ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olcay KALAN

LEJYONER HASTALIĞININ İSTATİSTİKSEL RİSK ANALİZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LEJYONER HASTALIĞININ İSTATİSTİKSEL RİSK ANALİZİ

Olcay KALAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 28/ 01 / 2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....…. İmza.....…. İmza.....….

Yrd.Doç.Dr. Oya H.YÜREĞİR Prof.Dr.Rızvan EROL Yrd. Doç. Dr. Mustafa ORAL

DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: MMF2007YL38

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

LEJYONER HASTALIĞININ İSTATİSTİKSEL RİSK ANALİZİ

Olcay KALAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Oya H. YÜREĞİR
Yıl : 2009, Sayfa: 88
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Oya H. YÜREĞİR
: Prof. Dr. Rızvan EROL
: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ORAL

Lejyoner Hastalığı, ilk defa 1976 yılında A.B.D.'nin Philadelphia kentinde lejyoner askerlerinde ortaya çıkmıştır. Bu hastalık doğal su kaynakları, su dağıtım sistemleri, su tankları, vb. sistemlerin dışarı açılan uç noktalarından etrafa yayılan su damlacıklarının aerosol şekilde solunması ile insanlara bulaşan bakterilerin oluşturduğu bir hastalıktır. Son yıllarda Türkiye'nin de içinde bulunduğu bir çok ülkede görülmektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki Lejyoner vakaları hem bölgesel olarak (il, bina tipleri, örneklem alınan yer) hem de etkileyen faktörler (suyun sıcaklığı, suyun klor miktarı) bakımından incelenmiştir. Oluşturulan hipotezler ve istatistiksel analizler SPSS 15.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada verilere Kolmogrov-Simirnov Testi, Kruskal Wallis Analizi ve Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Bunun yanı sıra Legionella bakterisi koloni sayılarının kümelenmesi de Self Organizing Map (SOM) analizi ile MATLAB 5.0 programı SOM Toolbox araç kutusu kullanılarak incelenmiştir. Amaç 1995-2008 yılları arasında Türkiye'de meydana gelmiş olan Lejyoner vakalarının değerlendirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Lejyoner hastalığı, Türkiye, istatistik, SOM

ABSTRACT

MSc THESIS

STATISTICAL RISK ANALYSIS OF LEGIONNAIRES' DISEASE

Olcay KALAN

DEPARTMANT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Oya H. YÜREĞİR

Year : 2009, Page: 88

Jury : Assist. Prof. Dr. Oya H. YÜREĞİR

: Prof. Dr. Rızvan EROL

: Assist. Prof. Dr. Mustafa ORAL

Legionella Disease first appearred legionary soldiers in Philadelphia city of the United States in 1976. This disease is caused by the bacteria which are transmitted to the people by inhaling the water droplets in aerosol form which are spreaded out at the open-end points of water distributing systems, water tanks etc. Recently, this disease has been appeared in many countries including Turkey.

In this study, Legionella diseases in Turkey were investigated according to both regional (city, building type, sample points) and affecting factors (water temperature and water chlorine amount). The related hypothesisses are tested by using SPSS 15.0. In this study Kolmogrov-Simirnov Test, Cruscal Wallis Analyze and Correlation Analysis were used for data analysis. Furthermore, Cluster of Legionella Bacteria Colony Numbers was investigated with Self Organizing Map Analysis by using MATLAB 5.0 Program SOM Toolbox. Our aim is to examined the Legionella events occurred between 1995 and 2008 in Turkey.

Keywords: Legionella Disease, Turkey, statistic, SOM (Self Organizing Map)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının yürütülmesi de dahil olmak üzere, buradaki eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, ilgi ve hoşgörüsünü esirgemeyen, öğrencisi olduğum için kendimi şanslı hissettiğim değerli hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Oya H. YÜREĞİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Rızvan EROL, Sayın Yrd. Doç. Dr. Seyfi Noyan OĞULATA, Sayın Öğr. Gör. İrfan MACİT, Sayın Öğr. Gör. Figen ANTMEN, Sayın Yrd. Doç. Dr. Oya ÇETİK, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL, Sayın Öğr. Gör. Fikri EGE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Yakın ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Araş. Gör. Melik KOYUNCU, Sayın Araş. Gör. Esra KOYUNCU, Sayın Araş. Gör. Cenk ŞAHİN, Sayın Araş. Gör. Serap AKCAN, Sayın Araş. Gör. Ebru YILMAZ, Sayın Araş. Gör. Nuşin COŞKUN, Sayın Araş. Gör. Onur TAŞ, Sayın Araş. Gör. İlknur TÜRKMEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Veriyi elde etmede en büyük yardımı sağlayan Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkez Başkanlığı Sayın Uzm Dr. Efsun AKBAŞ ve Sayın Dr. Bülent ACAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması sırasında da çok büyük yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. Zuhal ZEYBEK ve Sayın Yrd. Doç. Dr. İrfan TÜRETGEN'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Turgay İBRİKÇİ'ye ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ORAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yardımlarından dolayı değerli arkadaşım Sayın Araş. Gör. Erman ÇAKIT'a ve Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Sayın Araş. Gör. Mehmet CUMA'ya çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans süresince sağladığı burslarla maddi yönden katkıda bulunan TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU (TÜBİTAK) BİLİM İNSANI DESTEKLEME DAİRE BAŞKANLIĞI (BİDEB)'na teşekkürlerimi borç bilirim.

Yetişmemde büyük özveri gösteren, sevgi ve desteklerini her zaman hissettiğim AİLEME sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
ŞEKİLLER DİZİNİ VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR IX
1. GİRİŞ 1
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi 1
1.2. Çalışmanın Amacı 3
1.3. Çalışmanın Kapsamı 3
1.4. Çalışmanın Adımları 4
1.5. Özgün Katkılar 4
1.6. Tezin Organizasyonu 5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
3. LEGIONELLA PNEUMOPHILA VE LEJYONER HASTALIĞI 12
3.1. Legionella Bakterisi 12
3.2. Lejyoner Hastalığı'nın Sınıflandırılması 13
3.3. Legionella Bakterilerinin Üremesi İçin Fiziksel Koşullar 13
3.4. Lejyoner Hastalığı'nın Bulaşma Yolları (Enfeksiyon Kaynakları) 16
3.5. Lejyoner Hastalığı'nın İnsanlarda Görülme Sıklığı (İnsidansı) 17
3.6. Lejyoner Hastalığı'nın Enfeksiyonları 18
3.7. Lejyoner Hastalığının Vücut İçindeki Durumu (Patogenezi) 18
3.8. Lejyoner Hastalığının Görülme Sıklığı 19
3.9. Lejyoner Hastalığı'nın Görüldüğü Ülkeler 20
3.10. Lejyoner Hastalığı'nın Dezenfeksiyonu 21
4. MATERYAL VE METOD 28
4.1. Materyal 28
4.1.1. Toplanan Örneklemlerdeki Legionella Bakterilerine Ait Veriler 28

4.2. Metod 29
4.2.1. Araştırmada Kullanılan Analiz Teknikleri 30
4.2.1.1. Kolmogorov-Simirnov Testi 30
4.2.1.2. Kruskal Wallis Testi 33
4.2.1.3. Wilcoxon-Mann-Whitney Testi 35
4.2.1.4. Spearman Sıralama Korelasyon Analizi 35
4.2.1.5. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve SOM 36
4.2.2. Hipotezler 41
4.2.3. Legionella Verilerinin SOM Kullanarak Analizi 41
5. BULGULAR VE TARTIŞMA 43
5.1. Genel İstatistiksel Bilgiler 43
5.2. Hipotezlerin Test Edilmesi ve İstatistiksel Analizler 55
5.2.1. Kolmogrov-Simirnov Testi 55
5.2.2. Hipotez Testleri 56
5.2.3. Korelasyon Analizi 60
5.2.4. SOM (Self Organizing Maps) Analizi 63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 70
6.1. Sonuçlar 70
6.2. Öneriler 71
6.3. Sonraki Çalışmalar 75
KAYNAKLAR 77
ÖZGEÇMİŞ 84
EKLER 85
EK 1: Hipotez Testlerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması 85
EK 2: Örneklem Noktası ve Risk Düzeylerine Göre Çapraz Tablo 86
EK 3: İller ve Risk Düzeylerine Göre Çapraz Tablo 87

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Yıllara Göre Legionella Hastalığı 20
Çizelge 3.2. Legionella Hastalığı Görülen Ülkeler 20
Çizelge 3.3. Dezenfeksiyon Yöntemleri ve Legionella'ya Etkinliği 27
Çizelge 3.4. Dezenfeksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Maliyeti 27
Çizelge 4.1. Kolmogorov-Smirnov Testi için Test İstatistiğinin Hesaplanması 31
Çizelge 4.2. Kruskal Wallis Testi Yapabilmek için Gerekli Veriler 33
Çizelge 4.3. SOM için Legionella Bakterisi Koloni Sayısının Risk Düzeyleri 42
Çizelge 5.1. Legionella Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı 43
Çizelge 5.2. Legionella Türlerinin Bina Sınıflarına Göre Dağılımı 45
Çizelge 5.3. Legionella Türlerinin İllere Göre Dağılımı 46
Çizelge 5.4. Legionella Türlerinin Örnekleme Noktasına Göre Dağılımı 48
Çizelge 5.5. Legionella Türlerinin Görülme Sıklığı 50
Çizelge 5.6. Legionella Türlerinin Aylara Göre Dağılımı 51
Çizelge 5.7. Serogrupların Frekans Dağılımı 52
Çizelge 5.8. Sıcaklık, Klor, Koloni Sayısının Tanımlayıcı İstatistikleri 53
Çizelge 5.9. Koloni Sayılarının Frekansları 55
Çizelge 5.10. Koloni Sayılarının Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri 55
Çizelge 5.11. Sıcaklık Verilerinin Frekansları 55
Çizelge 5.12. Sıcaklık Verilerinin Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri 56
Çizelge 5.13. Klor Miktarı Verilerinin Frekansları 56
Çizelge 5.14. Klor Miktarı Verilerinin Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri 56
Çizelge 5.15. 1. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları 57
Çizelge 5.16. 2. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları 58
Çizelge 5.17. 3. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları 58
Çizelge 5.18. 4. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları 59
Çizelge 5.19. 5. Hipotez için Mann Whitney Test Sonuçları 60
Çizelge 5.20. Sıcaklık ve Koloni Sayısı Arasındaki Korelasyon Değerleri 60
Çizelge 5.21. Klor Miktarı ve Koloni Sayısı Arasındaki Korelasyon Değerleri 62
Çizelge 5.22. SOM için Legionella Bakterisi Koloni Sayısının Risk Düzeyleri 64

Çizelge 5.23. Suyun Özelliği ile Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo..... 70
Çizelge 5.24. Bina Sınıfları ile Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo..... 71
Çizelge 5.25. Yıllar ve Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo..... 72

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Sıcaklıklar ve Risk Oluşumu 14
Şekil 4.1. SOM Sinir Ağı ve Kohonen Haritası 38
Şekil 4.2. Sinir Hücresinin Aktivasyon Alanının Küçülmesi 39
Şekil 5.1. Legionella Türlerinin Yıllara Göre Logaritmik Dağılımı 44
Şekil 5.2. Legionella Türlerinin Bina Sınıflarına Göre Logaritmik Dağılımı 45
Şekil 5.3. Legionella Türlerinin İllere Göre Logaritmik Dağılımı 47
Şekil 5.4. Legionella Türlerinin Örneklem Noktalarına Göre Logaritmik Dağılımı . 49
Şekil 5.5. Suyun Özelliğine Göre Legionella Türlerinin Dağılımı 50
Şekil 5.6. Legionella Türlerinin Görülme Sıklığı 51
Şekil 5.7. Serogrupların Frekans Dağılımı 53
Şekil 5.8. Sıcaklık Koloni Sayısı Arasındaki İlişki 61
Şekil 5.9. Klor Miktarı ve Koloni Sayısı Arasındaki İlişki 62
Şekil 5.10. Toplam 721 Örneklem İçin Yapılan Kümeleme 65
Şekil 6.1. Legionella Verilerinin Varlık İlişki Diyagramı 72
Şekil 6.2. Bulanık Mantık Modeli Oluşturma Aşamaları 74

SİMGELER VE KISALTMALAR

CDC	Centers for Disease Control (Amerika Hastalık Kontrol Merkezi)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
TSHGM	Türkiye Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü
PVC	Polivinil Klorid
EWGLI	The European Working Group for Legionella Infections (Avrupa Legionella Enfeksiyonları Çalışma Grubu)
SOM	Self Organizing Maps (Kendini Örgütleyen Haritalar)
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Günümüzde, dünya üzerindeki içme suyu kaynaklarının hissedilir derecede azalması, gelecekte sağlıklı içme suyu temininin ne denli önemli bir sorun olacağını gözler önüne sermektedir.

Dünya üzerindeki nüfusun yaklaşık % 20'si güvenilir olmayan içme suyu kullanmakta, yılda 200 milyon civarında insan su ile bağlantılı hastalıklara yakalanmakta ve 2 milyondan fazla insan kirli sulardan kaynaklanan hastalıklar nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Yeryüzündeki tüm hastalıkların yarısına yakını sularla ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır.

Leyjoner hastalığı ise suyla bulaşan Legionella Pneumophila adlı bakterinin neden olduğu bir akciğer enfeksiyonudur. Son yıllarda ortaya çıkan bu hastalığa neden olan Legionella Pneumophila' nın yaşam ortamı tabii yüzeysel su kaynakları olup insan yapısı su ortamlarında (sıcak su dağıtım sistemleri ve depoları, klimaları besleyen su soğutma kuleleri, hava nemlendiricileri vs.) uygun şartlarda, insan sağlığını tehdit edici miktarlara ulaşabilmektedir.

Su sıcaklığının 25–42 °C civarında olması, sıcak su sistemleri içerisinde çökelme sonucu oluşan kabuk tabaka bulunması, su akımının yavaşladığı ve uzun süreler akmadığı ortamlarda ideal yaşam şartları bulan bu bakteriler kabuk tabaka üzerinde oluşan biyofilmlerde süratle çoğalmakta ve birçok insanın ölümüne neden olmaktadırlar.

Amerika Hastalık Kontrol Merkezi (CDC) her yıl Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 10 000 ile 100 000 kişinin bu hastalığa yakalandığını ve bunun %5-15'inin ölümle sonuçlandığı bildirilmektedir. Aynı şekilde Almanya'da yapılan araştırmalarda, 2000 yılında 6000–12 000 bildirilen vaka olduğu, ölüm oranının ise %25–35 düzeyinde gerçekleştiği belirtilmektedir. CDC' ye rapor edilen Lejyoner Hastalığının %23'ü hastane enfeksiyonları kaynaklı olmaktadır. Yine 1990'ların ortalarından itibaren ülkemizin önemli turizm merkezlerinden Lejyoner hastalığı olgularının çıktığına dair Avrupa'dan yapılan bildirimler hastalığın hem turizm ve

sağlıkla ilgili çevrelerde hem de basında önemli ilgi odağı haline gelmesine yol açmıştır. (İçemer, 2007)

Son yıllarda yapılan çalışmalarda Amerika Hastalık Kontrol Merkezi (CDC), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi uluslararası sağlık kuruluşları toplumun Lejyoner Hastalığından korunmasına yönelik yasal düzenlemelerde hastalığın görülmesi durumunda " Bildirim Zorunluluğu" nu ve hastalığın önlenmesine yönelik tedbirleri açıklamışlardır.

Ülkemizde ise ilk olarak 1996 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından TSHGM 30.05.1996/6076 sayılı genelge yayınlanmış ve uygulamaya konmuştur. Aynı yıl Türk Standartları Enstitüsü de Lejyoner Hastalığının önlenmesinde, özellikle bina su sistemlerinde bakterinin yerleşmesine uygun şartların ortadan kaldırılması ve binaların kurulma aşamasından itibaren uygun teknolojilerin kullanılması standartlarını getirmiştir.

Çevresel izlemede olay tespit edilen tesislerden alınan su örneklerinin Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Ulusal Legionella Referans Laboratuarları, İstanbul, İzmir, ve Antalya Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Laboratuarları ve Muğla İl Halk Sağlığı Laboratuarı tarafından incelenmesi öngörülmüştür.

Lejyoner Hastalığı ile ilgili literatürde birçok araştırma yapılmış ve hastalığın önlenmesi için tedbirler alınmıştır. Ancak kullanılan laboratuar metotlarının ve uygulanan dezenfeksiyon yöntemlerinin rutin uygulanması gelişmiş ülkeler için bile son derece pahalı etkinliklerdir. Bu yüzden Lejyoner vakalarının tespiti büyük önem kazanmaktadır. Vaka tespiti yapılmalı ve daha sonra hemen ardından epidemiyolojik çalışmalar başlatılmalıdır.

Nitekim bir su sistemindeki Lejyoner oluşum riskini belirlemek, önleyici ve düzeltici müdahaleleri tanımlamak için öncelikle sağlık kurumlarından gelen veriler doğrultusunda il içindeki riskli bölgelerin nereler olduğu saptanmalıdır. Geliştirilen risk yönetimi planları sayesinde hastalıkların risk oluşturduğu bölgelerin önceden tespit edilmesi o bölgelerde gereken önlemlerin alınmasını sağlayacaktır. Özellikle hastalık yapabilecek tüm faktörlerin aynı anda değerlendirilmesini sağlayan program ve analizlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Kullanılan programlar ve yapılan analizler sayesinde sağlık sektöründe olduğu gibi birçok hizmet sektöründe

de risklerin değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. İnsan sağlığı riskleri yönetimi, organizasyon yönetimi ve güvenlik-tehlike analizleriyle iç içedir. Risk yönetimi kararları ile ilgili birden çok yaklaşım ve karar alma sürecinde kullanılabilecek çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Kullanılan bu yöntemler sayesinde oluşabilecek problemler önceden belirlenebilecek ve gereken önlemler zamanında alınabilecektir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Literatürde Lejyoner için yapılan çalışmalarda farklı çevre koşullarının etkisi yapılan deneylerle ayrı ayrı incelenmekte ve Legionella bakteri sayısı tespit edilmektedir. Ancak gerçek hayatta bakteri sayısı tespiti için yapılan tüm çalışmalar hem çok zaman almakta hem de çok maliyetli olmaktadır. Bakterilerin çoğalmasını etkileyen faktörlerin (sıcaklık, pH, klor, vb.) sınırları belirsizlik içerdiğinden dolayı çoğalma miktarını belirlemek oldukça güçtür.

Yapılan bu çalışmanın amacı 1995-2008 yılları arasında Türkiye'de Legionella bakterilerinin koloni sayısıyla, çoğalmayı etkileyen bazı faktörlerin (sıcaklık, klor) arasında nasıl bir ilişki olduğunu görmek, Türkiye'de bazı illerden toplanan örneklemlerin Legionella bakterilerinin koloni sayılarının illere, yıllara, numunelerin alındığı binaların sınıflarına, numunelerin alındığı örneklem noktalarına ve numune alınan suyu özelliklerine göre nasıl kümelendiğini analiz etmektir. Bu sayede hem Türkiye'de meydana gelen Lejyoner vakaları değerlendirilecek hem de daha sonradan yapılacak olan çalışmalar için ön bilgi verilmiş olacaktır.

1.3. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, Türkiye'de Lejyoner Hastalığının oluştuğu farklı ortam koşullarına ait, Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezinden alınan 7175 veri incelenmiştir. Farklı ortam koşullarında Legionella bakteri sayısı ile ilgili Normal Dağılıma Uygunluk Testi, Parametrik Olmayan Varyans Analizi, Korelasyon Analizi

gibi istatistiksel analiz yöntemleri uygulanmış, hastalığın Türkiye'de nerelerde ve hangi noktalarda kümelendiği Self Organizing Map (SOM) analizi ile gösterilmiştir.

1.4. Çalışmanın Adımları

Çalışmanın adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Literatürde Lejyoner Hastalığı ile ilgili yapılmış olan çalışmalar hakkında bilgi toplanması,
2. Lejyoner hastalığının özelliklerinin incelenmesi,
3. Legionella bakterileri ile ilgili veriler için hipotezlerin oluşturulması,
4. Türkiye'de meydana gelen Lejyoner Hastalığı vakalarının SPSS'te istatistiksel olarak incelenmesi,
5. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, hipotezlerin test edilmesi ve yorumlanması,
6. Legionella bakterileri verilerinin SOM analizi ile MATLAB ortamında incelenerek kümelemenin yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi,
7. Çalışmanın genel olarak değerlendirilmesi ve bu çalışmada ele alınmayan varsayımlar ve ek problemlere uygun çözüm yaklaşımları için önerilerde bulunulması.

1.5. Özgün Katkılar

Yapılan bu çalışmada Türkiye'nin bazı illerinden toplanan örneklemlerin verileri istatistiksel olarak incelenmiş, bu sayede örneklemler için kaydedilen özellikler dikkate alınarak Legionella bakterisi yönünden illerin genel durumu ortaya konmuştur.

Bunun yanı sıra Türkiye'nin farklı illerinden alınan ve koloni sayılarının kayıt edildiği toplam 889 veri için yıl, bina sınıfı, il, örneklem yeri ve su özelliği gruplarının koloni sayıları arasında fark olup olmadığını görmek amacıyla aşağıdaki hipotezler oluşturulmuş ve test edilmiştir.

1. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan yıl grupları arasında farklılık yoktur.
2. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan bina sınıfı grupları arasında farklılık yoktur.
3. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan il grupları arasında farklılık yoktur.
4. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan örneklem yeri grupları arasında farklılık yoktur.
5. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan su özelliği grupları arasında farklılık yoktur.

Ayrıca farklı illerden toplanan örneklemlerin koloni sayıları risk düzeylerine göre gruplandırılmış ve bu risk grupları dikkate alınarak yapılan analizle bu illerden alınan örneklem yerlerinin risk durumlarının ne düzeyde olduğu belirlenmiştir. Self Organizing Map kullanarak Legionella bakterilerinin Türkiye'de nerelerde ve hangi noktalarda kümelendiği gözlemlenmiştir.

1.6. Tezin Organizasyonu

Tez çalışmasının ilk bölümünde tez çalışmasının önemi, çalışmanın amacı ve kapsamı, yapılan çalışmanın adımları ve orijinal katkıları bulunmaktadır. İkinci bölüm olan önceki çalışmalar bölümünde ise; Lejyoner Hastalığı ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar yer almaktadır. Üçüncü bölüm olan materyal metod bölümünde Lejyoner Hastalığı hakkında bilgiler verilmiş, çalışmada kullanılan veriler tablolar halinde özetlenmiş ve çalışmanın amacına yönelik olarak veriler istatistiksel olarak ve bazı analiz teknikleri kullanarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Dördüncü bölüm olan bulgular ve tartışma bölümünde yapılan istatistiksel çalışma ve analizler ile elde edilen bulgular incelenmiş ve tartışılmıştır. Son bölüm olan sonuçlar ve öneriler bölümünde ise tez çalışması sonucunda elde edilen genel sonuçlar ve daha sonra yapılabilecek olan çalışmalar için öneriler bulunmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde literatür araştırması sonucunda geçmişte Lejyoner Hastalığı ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

Yapılan literatür incelemesinde mevcut çalışmalarda Lejyoner Hastalığı hakkında genel bilgiler, Lejyoner vakaları, hastalığın önlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar ve çevresel faktörler ile ortaya çıkan Legionella bakteri miktarları arasındaki ilişkiler gibi konulara değinilmiştir.

Tarih sırasına göre yapılan çalışmalar aşağıda ayrı ayrı incelenmiştir.

Plouffe ve ark. (1983) çalışmalarında hastane binalarından aldıkları örnekleri incelemişler ve farklı sıcaklıklarda Legionella bakterilerinin üreme miktarlarını kontrol etmişlerdir. Bu incelemede sıcaklık ve Legionella bakterileri arasında ilişki olduğunu, çok yüksek sıcaklıklarda az miktarlarda Legionella bakterisi ürediğini saptamışlardır.

States (1985) çalışmasında bakırın Legionella bakterilerinin etkinliğini engellemek için kullanıldığını, Legionella kolonileri ile sudaki demir miktarı arasında negatif bir ilişki bulunduğunu, 50 ppm (parts per million) den daha yüksek seviyedeki demirin bakteriler için toksik bir etki yaptığını, sodyum, baryum, sertlik için Legionella miktarı arasında negatif bir ilişki olduğunu, potasyum, fosfat, sülfat ve toplam bakteri miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Wadowsky (1985) çalışmasında 5.5- 9.2 pH aralığını Legionella bakterilerinin üremesi için en uygun aralık olarak belirlemiş, genelde Legionella bakterisi olan örneklerin oksijen konsantrasyonu 0.3-9.6 ppm olarak bilinirken çalışmasında 1.7-2.2 mg/l arasındaki ve 6-6.7 mg/l arasındaki oksijen konsantrasyona sahip örneklerde hiç Legionellaya rastlamamıştır.

Katz ve Hamel (1987) çalışmalarında Philadelphia'da çeşme sularında Escherichia coli, Staphylococcus aureus ve Pseudomonas aeruginosa varlıklarını araştırmışlar farklı pH'larda, farklı sıcaklıklarda ve farklı kurutma işlemlerinde bu bakterilerin ne derecede üredıklerini tespit etmişler ve Legionella bakterilerinin üremesi ile sıcaklık arasında bir ilişki olduğunu saptamışlardır.

Stout (1992) İtalyan otellerinde yaptığı çalışmasında magnezyum seviyesi ile Legionella miktarı arasında negatif bir ilişki gözlemlerken, Pittsburgh'da yaptığı çalışmada ise bir ilişki görmemiştir. Ayrıca kalsiyum miktarı ile Legionella miktarı arasında ne pozitif ne de negatif bir ilişki bulunduğunu belirtmiştir.

Yamamoto ve ark. (1992) çalışmalarında farklı mevsimlerde soğutma kulesi sularında su sıcaklığı, pH miktarı ve protozoon (tek hücreli canlılar) miktarları ile Legionella bakterilerinin üremesi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve sıcaklıklar, pH miktarı ve protozoon miktarları ile bakterilerin üremesi arasında bir korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Zacheus ve Martikaien (1994) çalışmalarında içme suyundaki bakırın Legionella bakterilerinin etkinliğini engellediği, Legionella kolonileri ile sudaki demir miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu, manganez seviyeleri 3 µg/l ın altında ise düşük Legionella miktarlarının gözlemlendiğini, 10 µg/l ın üstünde ise Legionella miktarı arasında negatif bir ilişki olduğunu, kalsiyum miktarı ile Legionella miktarı arasında ne pozitif ne de negatif bir ilişki bulunduğunu, Legionella miktarı ile nitrat miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu, sodyum, baryum, sertlik için Legionella miktarı arasında negatif bir ilişki belirlenirken, potasyum, fosfat, sülfat ve toplam bakteri miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir.

Çotuk ve ark. (1998) çalışmalarında 1995 Ocak-1997 Temmuz tarihleri arasında İstanbul civarındaki 70 farklı binanın sıcak ve soğuk su sistemlerinin değişik noktalarında Legionella bakterisinin varlığını araştırmışlar, binaların su sistemlerinin risk değerlerini karşılaştırmalı olarak ortaya çıkarmışlardır.

Lin (1998) çalışmasında Lejyoner Hastalığının önlenmesi için kullanılan termal ısıtma, ani ısıtma, gümüş/bakır iyonizasyonu, ultraviyole ışınları gibi dezenfeksiyon yöntemlerinin su dağıtım sistemlerindeki etkilerini incelemiştir.

Türetgen (1998) çalışmasında İstanbul civarındaki 7 farklı binanın soğutma kulelerini Legionella bakterilerinin varlığı yönünden incelemiş, 7 binanın 4'ünden Legionella bakterileri izole etmiştir. Legionella bakterileri dışında heterotrofik bakterilerin de sayısına bakarak Legionella bakterileri ile heterotrofik bakteri sayıları arasında bir ilişki olmadığını ortaya çıkarmıştır.

Nakipoğlu ve Gürler (1998) çalışmalarında İstanbul Tıp Fakültesinin 20 değişik bölümünden 70'i duş başlığı ve duştan alınan su örnekleri ile 30'u depo suyu örneği olmak üzere toplam 100 örnek almışlar ve Legionella cinsi bakteriler yönünden incelemişlerdir.

Stampi ve ark. (2000) çalışmalarında diş birimi su örneklerinde Legionella varlığını incelemişlerdir. Alınan örneklerin % 21.8'inde Legionella Pneumophila izole edilmiş su sıcaklığı ile Legionella bakteri sayılarının üremesi arasında negatif bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Ayrıca su örneklerinin pH miktarları ve toplam sertlikleri ile Legionella bakterilerinin üremeleri arasında herhangi bir ilişki görülmediğini klor miktarı ile Legionella bakterilerinin üremeleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu söylemişlerdir.

Küçükçalı (2001) çalışmasında Lejyoner Hastalığını tanımlayarak mekanik tesisatla ilişkisini incelemiştir. Mekanik tesisat vasıtası ile yayılan bu hastalığın önlenmesi için öncelikle risk taşıyan tesisat bölümlerini sıralamış, bu tesisat bölümlerini tek tek ele alarak incelemiştir. Proje, uygulama, malzeme seçimi ve işletme bakım aşamalarında yapılabilecekler üzerinde durmuştur.

Fields ve ark. (2002) çalışmalarında Lejyoner Hastalığının ortaya çıkışından itibaren nasıl gelişim gösterdiğini hastalığın patolojisini ve görülme sıklığını incelemişlerdir.

Kayabek (2002a) çalışmasında Lejyoner Hastalığının tarihçesi, klinik bulguları, turizm ile ilişkisi, korunma yöntemleri, su sistemlerindeki Lejyoner Hastalığını, Legionella dezenfeksiyonunu incelemiştir.

Kayabek (2002b) çalışmasında Monokloramin dezenfeksiyon yönteminin içme ve kullanma sularındaki etkisini incelemiş, avantajlarını belirtmiştir.

Zeybek ve ark. (2002) çalışmalarında İstanbul'daki 139 otelden alınan 162 su numunesinde farklı klor miktarlarında Legionella bakterisinin varlığını araştırmışlar ve toplam bakteri sayısının alınan numunelere göre değişimini incelemişlerdir.

Birteksöz (2004) çalışmasında İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakasındaki 22 turistik otelin sıcak ve soğuk su sistemlerinden alınan 50 suşu (aralarında genetik farklılık bulunan bakteri grupları) *Legionella* cinsi bakteriler yönünden inceleyip, izole edilecek olan çevre kaynaklı *L. Pneumophila* suşlarının çeşitli antibiyotiklere

karşı duyarlılıklarının belirlemiştir. Özellikle bağışıklık sistemi hasar görmüş kişilerde oluşan *L. Pneumophila* infeksiyonlarının tedavisinde gerekliliği nedeniyle antibiyotiklerin bakterisidal etkilerini araştırmıştır.

Borella (2004) çalışmasında Legionella kolonileri ile sudaki demir miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu, 50 ppb (parts per billion) nin altındaki bakır seviyelerinde düşük Legionella bakteri kolonizasyonu oluştuğunu, Çinko konsantrasyonu 200 ppb nin üstünde ve 100 ppb nin altındayken Legionella miktarı arasında düşük bir ilişki varken üreme için optimal çinko miktarı 100-200 ppb arasında olduğunu, Manganez seviyeleri 3 μg/l ın altında ise düşük Legionella miktarları gözlenirken 10 μg/l ın üstünde Legionella miktarı arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

Şanlı (2004) çalışmasında bir kuaternar amonyum bileşiği (Gemacide PN-50TM) ve monokloraminin (Kloramin T trihidrat) çeşitli konsantrasyonlarının farklı temas sürelerinde, farklı *Legionella* suşları üzerine öldürücü etkisini araştırmış, ayrıca yapıca farklı iki biyositin etkinlik bakımından değerlendirilmesi; çevresel suşlarla standart suşun biyositlere hassasiyetinin kıyaslanması ve mikroorganizmaların farklı fiziksel statüde bulunmasının (süspansiyon ve biyofilm) biyosite duyarlılığına etkisinin saptanmasını da incelemiştir.

Vural ve Köse (2004) çalışmalarında Lejyoner hastalığı etkeni olan Legionella Pneumophila'nın taksonomik yeri, özellikleri, üremesi, oluşturduğu hastalığın bulaşması, klinik belirtileri, tanısı ve tedavisi konusunda bilgileri özetlemiş, turizmle ilişkisi konusu üzerinde durmuşlardır.

Kantaroğlu (2005) çalışmasında sıhhi tesisat sistemlerinde Lejyoner Hastalığını incelemiş, hastalığın önlenmesi için önerilerde bulunmuştur.

Kayabek ve ark. (2005) çalışmalarında açık çevirimli soğutma sistemlerinde Legionella varlığını incelemiş, sistemlerin bakım ve dezenfeksiyonu için gerekli parametreleri belirlemişlerdir.

Türetgen (2005a) çalışmasında gerçek soğutma kulesi su haznesinin simülasyonunu yapmış, boru ve depo üretiminde sektörde sıklıkla kullanılan çeşitli malzemelerin yüzeylerinde barınan heterotrofik bakteri sayısını ve Legionella Pneumophila sayısını incelemiştir.

Türetgen ve ark. (2005b) çalışmalarında soğutma kulesi su sistemlerinde Legionella miktarlarının sıcaklığa, mevsimlere ve yıllara göre değişimini incelemişler ve yılların risk gruplarını belirlemişlerdir.

Afacan ve ark. (2006) çalışmalarında Ege bölgesindeki turistik tesislerin su sistemlerinden izole edilen Legionella Pneumophila serogrup 2-14 izolatlarının serogrup tayini yaparak bölgesel bir serogrup dağılımını çıkartmışlardır.

Maniwa ve ark. (2006) çalışmalarında Japonya'nın Kansai bölgesinde tespit edilen 30 vakada, Legionella bakterisi bulaşmış hastaların özelliklerini ve bölgedeki su sistemlerini Legionella yönünden incelemişlerdir.

Ozerol ve ark. (2006) çalışmalarında Türkiye'deki İnönü Üniversitesi Tıp Merkezinde çalışan 400 personelden ve 100 hastadan alınan serum örneklerinde Legionella Pneumophila varlığını incelemişler, hastanedeki su sistemlerine ani ısıtma dezenfeksiyon yöntemi uygulayarak Legionella bakterilerini izole etmişlerdir.

Akbaş (2007) çalışmasında Lejyoner Hastalığı, dezenfeksiyon yöntemleri, Lejyoner Hastalığı kontrol programı ve ülkemizdeki Lejyoner Hastalığı olgularını incelemiştir.

İçemer ve ark. (2007) çalışmalarında Legionella bakterisinin ekolojisi ve su ortamındaki kolonizasyonu ile bakterinin yayılmasını engelleyici önlemler hakkında bilgi vermişlerdir.

İğnak (2007) çalışmasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi'nin su sistemlerinde Legionella cinsi bakterilerin bulunuş sıklığı ve kaynaklarını araştırmıştır. Eylül 2006 - Şubat 2007 tarihleri arasında İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi'nin 15 farklı bölüm ve idare binasından 92 duş başlığı ve musluk suyu, 8 depo suyu olmak üzere toplam 100 su örneği almış ve Legionella cinsi bakteri varlığı yönünden incelmiştir. Alınan örnekler filtrasyon yöntemi ile konsantre edilmiş ve asit ile dekontaminasyon işlemi uygulanmıştır. Şüpheli kolonilerin tür ve serogrup düzeyinde tanısı için çeşitli yöntemler kullanılarak tanımlarının yapılmasına çalışmıştır. Yedi (% 7) örneği Legionella spp. (species) pozitif bulmuştur. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Nefroloji Bilim Dalı Servisi'nden üç L. Pneumophila serogrup 1, iki Legionella spp. olmak üzere beş, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Servisi'nden ise bir Legionella spp. suşunu duş başlığı

ve musluk suyu örneklerinden izole etmiştir. Bir Legionella spp. suşunu ise İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Acil Dahiliye Servisi su deposundan izole etmiştir. Üreme saptanan bölümlerde, muhtemel bir lejyonelloz vakasının engellenmesi için yapılması gereken dezenfeksiyon uygulamaları konusunda yetkililere bilgi vermiştir.

Stevens (2007) çalışmasında 1987'den 2005'e kadar Avrupa'nın batı ülkelerinde gerçekleşen toplam Lejyoner vakalarının, yıllara, yaşlara, aylara ülkelere göre dağılımını incelemiştir.

Stout ve ark. (2007) çalışmalarında Amerika'da 13 eyaletteki 20 hastaneden alınan 676 su örneğindeki Legionella sayılarına bakmışlardır. Bu hastanelerin 12 sinde toplam Lejyoner hasta sayısı 633 olarak tespit edilmiştir.

Strickhouser (2007) çalışmasında içme suyu örneklerinde Legionella bakterisinin mikrobiyal analizi için uygun tanımlamalar yapmış, yüksek riskteki hastalar üzerinde Lejyoner Hastalığına neden olan faktörleri tespit etmiş, Legionellanın gelişimini ve sürekliliğini azaltıcı veya önleyici faktörlerin çoğaltılması için gerçek dağıtım sistemleri veya simülasyonlarını kullanmış, dezenfeksiyon yöntemlerinde ayrı ayrı Legionella gelişimini incelemiştir.

Türetgen ve Çotuk (2007) çalışmalarında farklı yüzeylere sahip soğutma kulelerindeki Legionella miktarlarını istatistiksel olarak incelemişlerdir.

3. LEGIONELLA PNEUMOPHILA VE LEJYONER HASTALIĞI

3.1. Legionella Bakterisi

Legionella bakterileri ilk kez 1976 yılında A.B.D'nin Philadelphia şehrinde bir otelde toplanan Amerikan lejyonerleri arasında gelişen ve 29 kişinin yaşamını kaybettiği pnömoni salgını sonrasında fark edilmiştir (Fraser, 1977).

1977 yılında Center for Disease Control (Hastalık Kontrol Merkezi: CDC)'den Joseph Mc Dade, atipik pnömoniyle ölen bir hastanın akciğerine ait otopsi örneğinden izole edilen aynı bakterinin hiçbir taksonomik gruba uymaması nedeniyle bu bakteriyi Legionellaceae adını verdiği yeni bir familyanın altında Legionella Pneumophila olarak isimlendirmiştir (McDade, 1977). Daha sonra yapılan geriye dönük çalışmalar, benzer pnömoni salgınlarının daha önce de meydana geldiğini ancak etkenin belirlenemediğini ortaya koymuştur (Thacker, 1978: Osterholm, 1983'den).

Legionella Pneumophila bakterisi 0,3–0,9 μm eninde, 2-20 μm boyunda, hareketli çomak şeklinde bir bakteri olup Legionellaceae familyasının mevcut türlerinden biridir. Bu mikroorganizma toprak, doğal su birikintileri ve insan yapımı su sistemlerinde bulunur.

Legionella Pneumophila 20 ^{o}C–40 ^{o}C de çoğalabilir, optimum üreme sıcaklığı 37 ^{o}C'dir. Tercih ettiği pH aralığı 6.6–7.2' dir. Legionella Pneumophila konaklarda üreme dışında sadece özel besiyerlerle üretilebilirler.

Lejyoner Hastalığı ise Legionella Pneumophila bakterisinin neden olduğu ve birçok ölüme yol açan bir tür akciğer enfeksiyonudur. Lejyoner'in önlenmesi için hem Türkiye'de hem de dünyada birçok çalışmalar yapılmaktadır.

Amerika Hastalık Kontrol Merkezi (CDC), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi uluslararası sağlık kuruluşları toplumun Lejyoner Hastalığından korunmasına yönelik yasal düzenlemelerde hastalığın görülmesi durumunda "Bildirim Zorunluluğu" nu ve hastalığın önlenmesine yönelik tedbirleri açıklamışlardır.

Ülkemizde ilk olarak 1996 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından TSHGM 30.05.1996/6076 sayılı genelge yayınlanmış ve uygulamaya konmuştur. Aynı yıl

Türk Standartları Enstitüsü de Lejyoner Hastalığının önlenmesinde, özellikle bina su sistemlerinde bakterinin yerleşmesine uygun şartların ortadan kaldırılması ve binaların kurulma aşamasından itibaren uygun teknolojilerin kullanılması standartlarını getirmiştir.

Çevresel surveyansda (izlemede) vaka tespit edilen tesislerden alınan su örnekleri Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Ulusal Legionella Referans Laboratuarları, İstanbul, İzmir ve Antalya Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Laboratuarları ve Muğla İl Halk Sağlığı Laboratuarı tarafından incelenmesi öngörülmüştür.

3.2. Lejyoner Hastalığı'nın Sınıflandırılması

1979 yılında Brenner, Steigerwalt ve McDade Philadelphia'daki Lejyoner Hastalığı salgınının etkeni olan *L. Pneumophila* bakterisini *Legionellaceae* ailesi içine dâhil etmiştir. Günümüzde *Legionellaceae* ailesi 50 tür ve 70 serogruptan oluşan geniş bir ailedir. Bu türlerin yaklaşık yarısı insanda hastalık oluşturabilmektedir (Brenner, 1979).

Legionellalar içerisinde insanlarda en çok hastalık yapan tür olan *L. Pneumophila*, tüm toplum kökenli pnömonilerin % 2-16'sından sorumludur (Salyers, 1994). *L. Pneumophila*, Legionella enfeksiyonlarının % 85'inden sorumludur ve enfeksiyonların %80'den fazlası *L. Pneumophila* serogrup 1'den kaynaklanır (McNally, 2000). İnsanda gözlenen enfeksiyonların çoğundan *L. Pneumophila* serogrup 1, 4 ve 6 sorumludur. *L. Micdadei, L. Bozemanii, L. Wadsworthii, L. Dumoffii, L. Longbeachae, L. Gormanii, L. Jordanis, L. Feeleii ve L. Oakridgensis* birincil tıbbi önemi olan diğer türlerdir (Muder, 2000:Tuğrul, 2000'den).

3.3. Legionella Bakterilerinin Üremesi İçin Fiziksel Koşullar

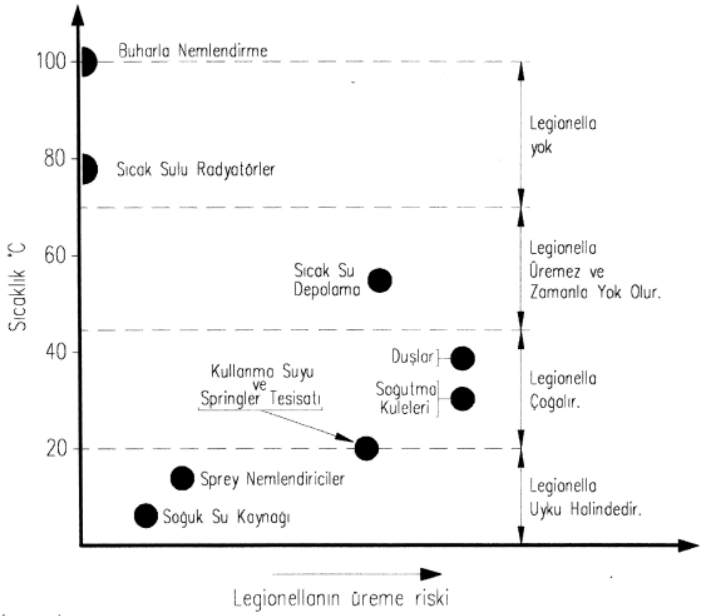
Legionellaların patojenitesinin anlaşılması ve sistemde kontrolünün yapılabilmesi için, onların büyümesini ve çoğalmasını sağlayan koşulların iyi anlaşılması gerekir.

Legionella bakterileri sıcaklığı 0–63°C, pH'ı 5,0–8,5 ve çözünmüş oksijen içeriği 0,2–15 mg/l arasında değişebilen geniş fiziksel koşullarda yıllarca canlı kalabilmektedir (Yu, 2000: Stout, 2003'den).

Bakterilerin yaşamasını ve üremesini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

a) 20°C–50°C (68°F–122°F) arası su sıcaklığı,
b) Sistemdeki oksijen düzeyi,
c) Serbest klor miktarı,
d) 5–8,5 pH aralığı,
e) Sistemde inorganik depozitler (birikimler), sediment ve tortu bulunması,
f) Durgun ve pis su koşulları sağlayan sistem dizaynı,
g) Mikroorganizmaların kolay kolonize olduğu malzemelerin kullanımı,
h) Algler ve protozoonlar Legionella bakterilerinin üremesini arttıran faktörlerdir (Şanlı, 2004).

Sıcaklık:



Şekil 3.1. Sıcaklıklar ve Risk Oluşumu (Küçükçalı, 2001)

Su sıcaklığı:

0-20 ^{o}C: Üremesi durur.

(Ancak ölmemekte ve eksi derecelerde aylarca yaşayabilmektedirler)

20–25 ^{o}C: Üremesi önemsiz derecededir.

25-42 ^{o}C: Üreme için en uygun sıcaklık aralığıdır.

37 ^{o}C: Uygun ortamda 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak ileri derecede çoğalarak tehdit edici boyuta ulaşır.

43-50 ^{o}C: Üremesi durur.

50 ^{o}C: Birkaç saat yaşayabilir.

60 ^{o}C: Birkaç dakika yaşayabilirler.

70 ^{o}C: Teorik olarak yaşam şansı sıfıra yakındır (Kayabek, 2002a).

Oksijen: Legionellalar yeteri kadar oksijen bulunan, düşük tuz oranlı, çökelen maddeler içeren suları tercih eder. Oksijen konsantrasyonunun 0,2–15 mg/l arasında olduğu yerlerde yaşayabilir ve üreyebilirler.

Klor: Legionella bakterileri 0.5 ppm'nin altındaki klor konsantrasyonlarında yaşayamamaktadırlar.

Sedimentler: Isıtıcı elementlerde, dağıtım sistemlerindeki boruların yüzeylerinde oluşan sedimentler, *Legionella*'nın çoğalması için potansiyel nişlerdir. Su sistemlerindeki tesisatlarda kullanılan malzemeler, *Legionella* da dahil olmak üzere, mikroorganizmaların gelişimini destekleyebilir veya teşvik edebilir. Legionellalar PVC (polivinil klorid) gibi plastikler, paslanmaz çelik, tahta ve düşük dereceli bakır gibi çeşitli tesisat malzemelerinde yerleşip çoğalabilir (Lin, 1998). Bakır, antibakteriyel bir metaldir ve büyüme koşullarına negatif etkisi vardır, fakat tek başına bakır borular, Legionella dezenfeksiyonu için yeterli değildir.

Alg ve Protozoon: Sistemlerin bazı bölgelerinde örneğin kör noktalarda durgun su bulunması, alg ve protozoon gibi mikroorganizmaların üremesini sağlayan koşullar olmakla beraber, Legionellaların gelişimini ve çoğalmasını da önemli ölçüde arttırır (Morris, 1991: Exner, 2002'den). Su tanklarının, özellikle akış ve hareket olmayan ölü bölgeleri çok iyi büyüme alanları oluşturmaktadır.

Algleri ve birçok bakteriyi içeren mikrobiyota *Legionella* gelişimi için hayati besinleri sağlar. Serbest yaşayan birçok amip ve silli protozoon da su çevrelerinde yer alır. Bu protozoonlar, *Legionella* türleri için barınak görevi görür. Legionellaların hücre içi gelişimini destekleyerek, biyosit uygulamalarına karşı korunmalarını ve önemli ölçüde çoğalmalarını sağlarlar (Lin, 1998).

Biyofilm: Biyofilm oluşumu da Legionella bakterisinin sistemde sığınmasını sağlar. Biyofilm ve amip içerisine yerleşen bakterilere, dezenfektanların etkisi daha zayıftır (Leeming, 2002). *Legionella* ve diğer mikroorganizmalar su çevreleri gibi besince kısıtlı ekosistemlerde, yüzeylere tutunarak biyofilm oluşturma eğilimindedirler (Stoodley, 2001). Biyofilm organik polimer bir matriks içine gömülü, hareketsiz olarak birbirine ve katı yüzeye veya bir ara yüzeye tutunmuş halde yaşayan mikroorganizma topluluğu olarak tanımlanabilir (Momba, 2002).

Biyofilm çok katlı bir yapıya ulaştığında en dış tabakadan kopmalar ve katı yüzeyler üzerinde biyofilmlerin hareketini kapsayan bir süreç geçirir (Stoodley, 2001). Bu süreç sonunda dinamik bir dengeye oturan biyofilm süreklileşir (Açıkgöz, 1997). Mikroorganizmaların farklı popülasyonlarla fonksiyonel dayanışmaya girerek tutunmuş besinleri daha kolay elde etmesi, susuz ve besinsiz kalma gibi kötü çevresel koşullara karşı koruyucu bir örtü görevi görmesi yönleri ile biyofilm, mikroorganizmaların uzun dönem hayatta kalması için önemli bir avantajdır (Stoodley, 2001: Momba, 2002'den).

3.4. Lejyoner Hastalığı'nın Bulaşma Yolları (Enfeksiyon Kaynakları)

L. Pneumophila doğada yaygın olarak nehir, akarsu, göl, bataklık ve yeraltı suları gibi doğal ortamlarda sıklıkla bulunabilen bir bakteridir. Doğal su ortamlarından dağıtım sistemlerine girerek gelişirler (Sharma, 2003). Birçok insan yapımı su sistemi, Legionellaların büyüme ve çoğalması için uygun koşulları sağlayarak, bakterileri çoğaltıcı ve saçıcı olarak görev yapabilir. Bu sistemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a) Soğutma kuleleri,
b) Buharlaştırıcı kondansatörler,
c) Isı değiştiriciler,
d) Evsel sıcak su sistemleri (musluklar, duş başlıkları, püskürtücüler),
e) Sıcak ve soğuk su tankları,
f) Sıcak ve soğuk su depoları,
g) Kaplıcalar, anaforlar, termal banyolar,

h) Nemlendiriciler,
i) Dekoratif çeşmeler (fıskiyeler),
j) Solunum cihazları,
k) Kalorifer sistemleri,
l) Klima sistemleri,
m) Jakuziler.

3.5. Lejyoner Hastalığı'nın İnsanlarda Görülme Sıklığı (İnsidansı)

Lejyoner Hastalığı insidansı; bakteri bulaşmış su ile temas eden kişinin duyarlılığına, su rezervuarlarının mikroorganizma ile kontaminasyon derecesine, kontamine suyla temas süresine ve etkenin mikroorganizmaya giriş konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Enfeksiyonun saptanabilmesi için özel laboratuar testleri gerekmektedir (Winn, 2006). Laboratuar tanı yöntemlerinin yetersizliği nedeni ile *Legionella* enfeksiyonlarının bilinenden çok daha fazla olabileceği belirtilmektedir (Yu, 2000).

Normal bağışıklık sistemine sahip sağlıklı bireylerde bakterinin enfeksiyon oluşturma potansiyeli oldukça düşüktür. Yaşlılık, günde bir paketi geçen sigara kullanımı ve alkol bağımlılığı, kronik akciğer hastalıkları, hematolojik kanserler, böbrek yetmezliği, diyabet gibi bağışıklık sistemini baskılayan herhangi bir hastalığı olan kişilerde enfeksiyonun gelişme sürecinin hızlı olduğu bildirilmektedir (Nguyen, 1991: Marston, 1997'den). Özellikle bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda yüksek oranda mortalite ile sonuçlanabilen *L. Pneumophila* enfeksiyonlarını tedavi edebilmek için kısa süre içerisinde etkili bir tedavinin başlatılması gerekmektedir.

AIDS hastaları, transplant hastaları gibi hücresel bağışıklığı düşük olanlarda Lejyoner Hastalığı daha sık görülmektedir (Yu, 2000).

3.6. Lejyoner Hastalığı'nın Enfeksiyonları

Lejyoner, klinik olarak genellikle iki formda seyreder:

a) *Pontiac* ateşi (Zatürre sebebi olmayan, kendiliğinden iyileşen ateşli form)

b) *Lejyoner* Hastalığı (Zatürre ile seyreden ve ölümcül olabilen form)

a) Pontiac Ateşi: Akut seyreden, antibiyotik tedavisi uygulanmasa bile kendi kendine iyileşen, grip benzeri bulgular gösteren, pnömoni ile seyretmeyen türüdür. İnkübasyon periyodu; 24–48 saattir. Legionella enfeksiyonları içerisinde görülme sıklığı %90–95 ve hatta üzerindedir. En sık semptomlar; halsizlik, adale ağrıları, ateş, üşüme, titreme ve baş ağrısıdır. Ayrıca balgamsız öksürük, baş dönmesi, mide bulantısı diğer şikâyetlerdir. Akciğer filminde patolojik bulgu yoktur. Bir hafta içerisinde kendiliğinden iyileşir (Kayabek, 2002a).

b) Lejyoner Hastalığı (Pnömoni): *L. Pneumophila*'nın neden olduğu, pnömoni ile seyreden akut bir enfeksiyon olup bazen ölümle sonuçlanabilmektedir (Washington, 1995: Birteksöz, 2004'den). Bakteri ile temastan 2–10 gün sonra ilk ortaya çıkan belirtiler halsizlik, yorgunluk hissi olup, hastalığın seyri sırasında bunlara ateş yükselmesi, öksürük, göğüs ağrısı, nefes darlığı gibi alt solunum yolu enfeksiyonuna ait belirtiler ilave olur. Ateş hemen her hastada vardır ve hastaların % 20'sinde 40°C'nin üstündedir. Bazı hastalarda bulantı, kusma ve ishal gibi gastrointestinal şikâyetler ile baş ve kas ağrısı, bazı olgularda ise huzursuzluk, dalgınlık, sıkıntı, bilinç bulanıklığı ve komaya kadar ilerleyebilen sinir sistemine ait bulgular izlenebilmektedir. Vakaların % 25-40'ında sulu diyare, bulantı, kusma ve baş ağrısı görülür. Bazı vakalarda balgamda kan görülebilir (Yu, 2000).

3.7. Lejyoner Hastalığının Vücut İçindeki Durumu (Patogenezi)

Sudaki Legionella bakterisinin akciğerlere ulaşabilmesi için iki temel mekanizma ileri sürülmektedir. Birincisine göre; bakteri önce üst solunum sistemine yerleşmekte ve buradan akciğere aspirasyon yoluyla ulaşmaktadır. "Aspirasyon" ağızdaki materyalin alt solunum yoluna istenmeden kaçması ve yetersiz öksürme

refleksi nedeniyle geriye çıkarılamaması olarak tarif edilebilir. İkinci teoriye göre ise; suyun küçük su damlacıkları (aerosol) haline gelmesi ve havada asılı kalması sonucunda bakteriyi içeren bu damlacıklar nefes alma ile akciğere ulaşmaktadır (Kantaroğlu, 2005). Solunum yolundan damlacık partiküllerinin solunması veya aspirasyon cihazı aracılığıyla vücuda giren *L. Pneumophila*'nın enfeksiyon oluşturabilmesi için öncelikle solunum yolundaki epitel hücrelerine yapışması gerekmektedir.

Normalde solunum yoluyla alınan mikroorganizmaların solunum yolu üzerinde bulunan tüylerin ve mukusun fonksiyonları sayesinde akciğerlere ulaşmaları engellenmektedir. Ancak sigara, alkol kullanımı, ileri yaş ve kronik akciğer hastalığı olan bireylerdeki tüy yapısının bozulması nedeniyle bakterilerin kolaylıkla solunum yolu epitel hücrelerine yapıştıkları ve daha sonra bu hücrelerde kolonize oldukları tespit edilmiştir. Mukozadaki tüylerin temizleme işleminden kurtulup alveollere ulaşabilen *L. Pneumophila* bakterileri bu sefer konağın savunmasında önemli bir işlev gören alveoler makrofajlarla karşılaşır. Alveollere ulaşan bakteriler burada bulunan makrofajlar tarafından fagosite edilir. Fagositoz ile makrofajlar tarafından fagosite edilen *L. Pneumophila*'nın içine yerleştiği fagozom konak hücrenin sırasıyla endoplazmik retikulumu ve ribozomları ile ilişkiye girer (Hortwitz, 1983: Birteksöz, 2004'ten). Yüzeyi ribozomla da çevrili olan ve türe özel şeklinden dolayı "*Legionella* fagozom" olarak adlandırılan bu fagozomun içinde bakteri yaklaşık iki saatlik bir jenerasyon süresiyle çoğalarak sayısını arttırır. (Gao, 1999: Birteksöz, 2004'ten).Makrofajlar içerisinde çoğalarak sayısını arttıran *Legionella*'lar konak hücrenin ölümü ile serbest kalır ve yeni bir konağa geçerek enfeksiyon zincirini devam ettirir. Daha sonra ise bakteriden zarar gören konak hücrenin ölümü gerçekleşir (Allı, 2000: Birteksöz, 2004'ten).

3.8. Lejyoner Hastalığının Görülme Sıklığı

Geçmişten bu yana Lejyoner Hastalığının görülme sıklığı giderek artmıştır.

Çizelge 3.1.'de EWGLI'nin tuttuğu raporlara dayanarak dünyada 1987'den bu yana her yıl kaç sayıda vaka olduğu gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Yıllara Göre Lejyoner Hastalığı (EWGLI, 2008)

Ay / Yıl	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
<1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	**5**
1987								1		1		1	**3**
1988				2	3	1	1		1	1	2		**11**
1989	1	2	2	2	4	12	9	16	18	13	5	5	**89**
1990	3	5	3	8	13	18	10	11	22	15	5	4	**117**
1991	3		7	3	7	19	10	10	12	7	6	3	**87**
1992	4	1	2	6	10	21	13	12	21	11	1	1	**103**
1993	2	7	1	5	21	18	12	10	26	17	4	4	**127**
1994	3	1	8	7	15	23	18	16	22	27	9	3	**152**
1995		5	3	10	10	19	23	20	42	25	6	5	**168**
1996	8	6	6	8	23	31	16	26	37	31	13	4	**209**
1997	4	4	10	12	18	30	42	20	30	52	11	9	**242**
1998	9	7	13	10	18	38	29	26	27	31	12	13	**233**
1999	10	7	13	10	28	36	30	39	33	48	25	11	**290**
2000	13	10	7	30	31	41	43	47	50	60	16	12	**360**
2001	17	13	22	27	54	74	61	67	57	52	20	18	**482**
2002	17	19	27	34	54	60	114	88	116	85	36	27	**677**
2003	25	37	18	31	54	82	98	75	87	77	29	20	**633**
2004	23	12	25	32	52	77	96	108	100	88	33	12	**658**
2005	21	27	21	26	61	82	91	109	139	101	49	32	**759**
2006	30	22	31	55	77	112	124	162	141	87	53	26	**920**
2007	24	21	22	44	81	140	123	144	155	100	53	35	**942**
2008	37	32	26	5									**100**
Toplam	**254**	**238**	**267**	**367**	**634**	**934**	**963**	**1007**	**1136**	**929**	**393**	**245**	**7367**

3.9. Lejyoner Hastalığı'nın Görüldüğü Ülkeler

1987-2008 yılları arasında Lejyoner Hastalığının görüldüğü ülkeler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

Çizelge 3.2. Lejyoner Hastalığı Görülen Avrupa Ülkeleri (EWGLI, 2008)

Almanya	Danimarka	Hollanda	İsveç	Litvanya	Polonya	Slovenya
Avusturya	Estonya	İngiltere	İsviçre	Lüksemburg	Portekiz	Türkiye
Belçika	Finlandiya	İrlanda	İtalya	Macaristan	Romanya	Yunanistan
Bulgaristan	Fransa	İskoçya	Kuzey İrlanda	Malta	Rusya	
Çekoslovakya	Hırvatistan	İspanya	Letonya	Norveç	Slovakya	

3.10. Lejyoner Hastalığı'nın Dezenfeksiyonu

Lejyoner dezenfeksiyonu amacı ile kullanılan yöntemler üç ana başlıkta toplanabilir;

a) Fiziksel (termal dezenfeksiyon, hazır ısıtma, membran filtrasyon)
b) Kimyasal (klorlama, gümüş/bakır iyonizasyonu, ultraviyole ışınları vb.)
c) Kombine yöntemler (Kim, 2002).

a) Fiziksel Yöntemler:

i. Termal Dezenfeksiyon:

Yapılan çalışmalar su sistemlerinde tüm çıkışlarda (musluklar, duş başlıkları) 60 ^{o}C'den fazla olan su sıcaklıkları Legionellaların üremesini inhibe ettiğinden, sıcaklık ≥ 60°C olacak şekilde > 30 dakika süreyle suyun boşa akıtılmasının etkili bir dezenfeksiyon yöntemi olduğunu göstermiştir (Kim, 2002). Su sıcaklığının çıkışlarda 60 ^{o}C den yüksek olması sağlanmalıdır (Geary, 2000). Bu sıcaklık sağlanamazsa işlem başarısız olur (Makin, 1993: Şanlı 2004'ten).

Bu dezenfeksiyon yönteminin ardından su sıcaklığının 60 °C'de tutulmasının tekrar kolonizasyon oluşumunu engellediği bilinmektedir. Bu yöntemin dezavantajı; hasta ve personel için yanık tehlikesi yaratması ve tekrar kolonizasyon görülebilmesidir (Kim, 2002).

Büyük ölçekli uygulamalarda ciddi maliyetler getiren oldukça pahalı bir yöntemdir**.** Termal dezenfeksiyonda etkili olan faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- Sıcaklığın derecesi
- Temas süresi
- Ortam basıncı
- Mikroorganizmanın ısıl direnci

ii. Hazır Isıtma Sistemlerinin Kurulması İle Yok Edilme:

Hazır ısıtma sistemleri, suyun 88 ^{o}C'den (190 ^{o}F) yüksek sıcaklığa ani ısıtılıp, sıcak suyun soğuk suyla karıştırılması ile suyun istenilen sıcaklığa gelmesini sağlayarak çalışırlar (Lin, 1998).

iii. Membran Filtrasyon:

Sistemlerindeki suyun kullanım öncesi 0,2 μm por çapındaki filtrelerden geçirilmesinin nozokomiyal *Legionella* enfeksiyonlarının önlenmesinde etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Vonberg, 2005).

b) Kimyasal Yöntemler:

Legionellaların kimyasal metotlarla yok edilmesinde bakır/gümüş iyonizasyonu, ultraviyole ışınları ve biyositler kullanılmaktadır.

i. Bakır / Gümüş iyonizasyonu:

Bakır ve gümüş iyonları gibi ağır metaller bakterisidal ajanlar olarak bilinir. Elektrik akımı su dağıtım sistemine uygulanır. Bakır/gümüş elektrotları içeren iyonizasyon ünitesi su hattına kurulur ve elektriksel akım uygulanarak, elektrotlardan pozitif yüklü iyonların suya salınması sağlanır. Bakır/gümüş elektrotlardan yayılan pozitif iyonlar bakteri hücre duvarında bulunan negatif yüklü iyon bölgelerine bağlanır ve pozitif olarak yüklenen bakır (Cu^{+2}) ve gümüş (Ag^{+}) iyonları, organizmanın hücre duvarındaki negatif yüklü kısımlarla elektrostatik bağlar oluşturur. Bu elektrostatik bağlar gerilim oluşturarak hücre duvarı geçirgenliğinin bozulmasına yol açar. Bu etki hücrenin ölümüne yol açar (Kim, 2002). Ayrıca bu iyonların, hücresel solunumdaki enzimleri engellediği ve DNA'nın belli bölgelerine bağlanarak mikroorganizmaları tahrip ettiği düşünülmektedir (Lin, 1998). Bu yöntem sistemlerde kalıntı bırakmadığı için tekrar kolonizasyon görülmez. Bu yöntem UV ışınları ve klorlama yöntemleri ile beraber kullanılmaktadır (Kim, 2002).

Legionella dezenfeksiyonunda etkinliğinin çeşitli araştırmalarda gösterilmesine rağmen, aksi çalışmalarda mevcuttur. Uzun süre kullanımında tolerans geliştiğini bildiren çalışmalar mevcuttur, yüksek ısıda etkinliğinin olmaması, kuruluş maliyetinin yüksek olması ve takibi için özel ekipman gerektirmesi dezavantajlarıdır (Kayabek, 2002b).

ii. Ultraviyole Işınları:

İlk kez 1910 yılında Fransa'da Baker tarafından uygulanmıştır. Sistemden akan su düşük basınçlı merküri lambalarından üretilen UV ışığa maruz kalarak steril edilir. Kısa dalga boylu UV ışınları DNA hasarına neden olmakta ve 254 nm'de maksimum bir öldürücülükle biosidal etki göstermektedir.

Ancak sistemin kısıtlı bir bölümüne uygulanması söz konusudur. Kalıntı bırakmadığı için tekrar kolonizasyon görülebilmektedir. Kalıntı bırakmama özelliği sebebiyle çevreye zararlı etki yaratmamaktadır. Bu özelliğinden faydalanılarak atık su dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılır. *L. Pneumophila*'nın serbest radikalleri etkisizleştirecek enzimlere sahip olduğu, ancak 185 nm'de serbest radikaller üreten UV radyasyona hassas olduğu bilinmektedir (Makin, 1993: Kim, 2002'den).

Etkisinin kısa olması, biyofilm içerisine etkili olmaması dolayısıyla tek başına Legionella dezenfeksiyonu için önerilen bir yöntem değildir (Kayabek, 2002b).

Ancak hiperklorizasyon, süper ısıtma gibi yöntemlerle beraber uygulandığında etkili olduğunu göstermiştir (Kim, 2002).

UV dezenfeksiyonunun genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- UV radyasyonu suyun fiziksel ve kimyasal özelliğini değiştirmez,
- Suda tat ve koku bozukluğuna sebep olmaz,
- Diğer kimyasal maddelerden etkilenmez,
- Temas süresi kısadır,
- Lokal etkilidir,
- Sistemdeki biyofilm içerisine etkisizdir,
- Aşırı elektrik enerjisi ve pahalı ekipman gerektirir. (Kayabek, 2002b)

iii. Biyositler:

Biyositler mikroorganizmaları öldürmek veya inaktive etmek için kullanılan kimyasal ajanlardır. Her kimyasal ajanın etki mekanizması farklıdır; bazıları mikroorganizmaların proteinlerine, bazıları hücre zarlarına, bazıları ise hücre komponentlerine etki edebilir. Bu ajanlar koruyucular, hijyen sağlayıcılar, dezenfektanlar ve steril ediciler olmak üzere yaygın kullanıma sahiptirler.

Endüstriyel uygulamalarda biyositler besin maddeleri, tekstil ürünleri, yapı malzemeleri, petrol ürünleri gibi alanlarda mikrobiyal gelişimi kontrol etmek için kullanılırlar (Elsmore, 1993: Ataer, 2001'den). Klor, ozon, kloramin okside edici biyositlerdir.

Klorlama:

Legionella bakterileri *E. coli* ve diğer koliform bakterilere göre klora daha dirençlidir. Güçlü bir antioksidan olması, ucuz ve kullanımının kolay olması, diğer mikroorganizmalara etkili olması avantajlarıdır. Ancak uygulamasının uygun olduğu dozlarda 0,4–0,8 ppm özellikle biyofilm içerisindeki Legionella'ya etkinliği zayıftır. Yapılan çalışmalar su sistemlerinden *L. Pneumophila* eradikasyonu için klor konsantrasyonunun 2–6 mg/l'ye çıkarılması gerekliliğini göstermektedir. Bu oran şebeke suyunda rutinde bulunan klor oranının (> 1 mg/l) çok üstündedir. Amip kisti içindeki *Legionella* bakterilerin dezenfeksiyonu için gereken klor miktarının ise > 50 mg/l olduğu gösterilmiştir.

Bu yöntemin önemli dezavantajlarından biri 5–6 yıl klorlama yapılmış su sistemlerinde korozyon görülmesidir (Kim, 2002). Kısa süreli yüksek doz uygulamaların kanserojen etki, tat ve koku bozuklukları, giysilerde ve bitkilerde deformasyon ve sistemde ciddi korozif etki gibi birçok sakıncaları mevcuttur (Kayabek, 2002b).

Ozonlama:

Ozon endüstriyel olarak, birbirleri arasında AC potansiyeli uygulanan iki elektrot arasından oksijen veya hava akımı geçirmek suretiyle elde edilir. Ark oluşunu önlemek üzere elektrotlardan biri veya ikisi belli bir kalınlıktaki dielektirik ile kaplanır. Uygulanan potansiyel farkı yalıtkan tabanın tipine ve kalınlığına bağlıdır. Pratikte uygulanan voltaj 10000 ile 20000 volt arasındadır.

Ozon açık mavi renkli, keskin kokulu, stabil olmayan bir gazdır ve sadece dezenfektan olarak değil, suyun rengini ve kokusunu gidermek üzere oksidasyon maddesi olarak da kullanılır. Bulanıklığı giderilmiş ve filtrelenmiş suların dezenfeksiyonu için 0,5- 1 mg/l ozon yeterlidir. Ozonun suya görünüş ve koku yönünden ve içilebilirliği açısından bir zararı yoktur. Avrupa'da yaygın olarak kullanılmakta ve bakteri DNA'sına zarar vererek etki göstermektedir (Kayabek, 2002b).

Ozonla dezenfeksiyon işleminin avantajları şöyle sıralanabilir;

- Tad, koku ve renk problemlerini tamamen giderir,
- Güçlü bir oksidasyon maddesidir,

- Organik kirlilikleri hızlı bir şekilde oksitler,
- Geniş pH ve sıcaklık sınırlarında dezenfeksiyon faaliyeti yapılabilir,
- Bakterisidal faaliyeti hızlıdır,
- Sağlık açısından tehlikeli değildir.

Ozonlamanın dezavantajları ise şunlardır;

- Elektrik enerjisi gereksinimi, kuruluş ve işletme maliyeti yüksektir,
- Prosesin kontrolü ve verimi açısından analitik teknikler yeterli değildir,
- Kolloidal maddeleri içeren sularda dezenfeksiyon için daha yüksek dozlara gereksinim vardır,
- Biyofilm içerisinde bakteriye etkili değildir,
- Hızlı bir şekilde etkisini kaybetmekte ve kalıntı bırakmadığı için kolonizasyon tekrarlayabilmektedir bu yüzden kalıcı dezenfeksiyon sağlanamaz (Kim, 2002).

Monokloramin:

Monokloramin dezenfeksiyonu, klorla aminli bileşiklerin oluşturduğu reaksiyonlar sonucu meydana gelir. Monokloramin, içme sularında uzun yıllardır kullanımı tercih edilen dezenfektanlardan birisidir.

Monokloramin, pH 6,5–8,5 arası değerlerde ortamda ağırlıklı olarak bulunur. pH düştükçe diklormin, pH < 3 olduğunda ise gaz formu olan Trikloramin oluşur. Ayrıca reaksiyon; sıcaklık, temas süresi ve ortamdaki bileşiklerin uygulama oranlarıyla direkt ilişkilidir (Kayabek, 2002).

Monokloraminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Biyofilm içerisindeki bakterilere güçlü etkinliğinin olması,
- Etki süresinin uzun olması,
- Isıdan etkilenmemesi,
- Yüksek pH'larda etkin olması,
- Kullanım dozlarında tat ve koku bozukluğu, giyecek ve bitkilerde deformasyona yol açmaması,
- Kanserojen yan etkilerinin ve korozif etkisinin minimum olması.

Monokloraminin dezavantajları ise şöyle sıralanmaktadır;

- Oksidasyon gücünün klora göre daha zayıf olması,

- Klorla eşit seviyede etkinliğe ulaşması için altı kat süre geçmesi,
- Acil dezenfeksiyonda (ilk uygulamada) kullanılamaması.

Son yıllarda yapılan çalışmalar ve geriye dönük epidemiyolojik araştırmalarda ABD'de monokloraminle su dezenfeksiyonunun sağlandığı hastanelerde, Lejyoner hastalığı riskinin belirgin olarak az olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine su sistemleri ile yapılan model çalışmalarında da bu dezenfeksiyon yöntemi tercih edilmiştir. 2 mg/l monokloramin düzeyi Legionella bakterisinin üremesini engellemekte, 4 mg/l monokloramin düzeyi ise 30 dakika içinde %99,999'dan daha fazla Legionella bakterisini ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır (Kayabek, 2002b).

c) Kombine yöntemler

Dezenfeksiyonun etkinliğini ciddi derecelerde arttıran, alternatif yöntemlerdir. Birden fazla dezenfeksiyon yönteminin kullanılmasının ek maliyet getirmesi haricinde başka bir dezavantajı yoktur. *U.S. Environmental Protection Agency* tarafından yayınlanan, "*Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual*'da aşağıda kullanılabilecek yöntemler avantaj ve dezavantajları ile etkinlikleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır;

i. Klor ve Kloramin,
ii. Klor dioksit ve Kloramin,
iii. Ozon ve Klor,
iv. Ozon ve Kloramin,
v. UV ve Klor,
vi. UV ve Kloramin (Kayabek, 2002).

Çizelge 3.3. Dezenfeksiyon Yöntemleri ve Legionella'ya Etkinliği (Kayabek, 2002b)

Dezenfeksiyon Yöntemi	Legionella Kontrolü için	Etkisi Avantajları	Dezavantajları
Termik	Yüksek ısı	Etkili Korozif etki düşük	Biyofilme etkisiz Enerji maliyeti yüksek
UV	12 mJ/cm^2 (254 nm)	Lokal etkili Koku-tat bozukluğu oluşmaz Kimyasal etkileşimi yok Korozif etkisi yok	Biyofilme etkisiz Lokal etkili
Ozon	0,1-0,5 mg/l	Yüksek oksidasyon gücü Kullanım güvenliği Koku-tat bozukluğu oluşmaz	Biyofilme etkisiz, Lokal Kuruluş maliyeti yüksek Korozif etki çok fazla
Gümüş/Bakır İyonizasyonu + Klor	20-60 ug/l Ag 1,5-8 mg/l Cu +0,4 mg/l	Etkili	Uzun kull. Tolerans Yüksek ısıda etkisiz Kuruluş maliyeti yüksek
Klorlama	50 mg/l 5-10 mg /l 1-2 mg/l + diğerleri	Çok etkili Etkili	Biyofilme etkisiz Kanserojen etkili Stabilitesi düşük
Monokloramin	>4 mg/l 1,5-2,5 mg/l	Çok etkili Etkili Stabilitesi yüksek Korozif etki düşük	Biyofilm içi çok etkili Uygulama tecrübesi

Çizelge 3.4.'e göre dezenfeksiyon yöntemlerinin maliyet açısından karşılaştırması yer almaktadır;

Çizelge 3.4. Dezenfeksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Maliyeti (Akbaş, 2007)

	Başlangıç Maliyeti ($)	Yıllık Bakım Maliyeti ($)
Klorlama	30 000–45 000	5 000–8 000
Termal Dezenfeksiyon	3 000–5 000	500–800
Ani Isıtıcı Sistem	15 000–30 000	2 000–4 000
UV Radyasyon Ünitesi	18 000–35 000	1 000–2 000
Ozonizasyon	20 000–35 000	1 500–4 000
Bakır-Gümüş İyonizasyonu	35 000–60 000	6 000- 9 000

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

4.1.1. Toplanan Örneklemlerdeki Legionella Bakterilerine Ait Veriler

Araştırmanın amacı; Türkiye'de yapılmış olan Legionella bakterisi araştırmalarından yola çıkarak Lejyoner vakalarının epidemiyolojik olarak incelenmesi ve bakteri miktarlarının dağılımının gözlemlenmesidir.

Bu amaçlarla Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Merkez Başkanlığı'nın Nisan 1995- Haziran 2008 tarihleri arasındaki Türkiye'de yapmış olduğu araştırmalardan alınan veriler istatistiksel olarak incelenmiştir. Alınan verilerde yer alan bilgiler şunlardır;

- Legionella bakterisi varlığı incelenecek numunenin alındığı yıl,
- Numunenin alındığı binanın sınıfı,
- Numunenin alındığı il,
- Numunenin laboratuara geliş tarihi,
- Numune alınan örneklem noktasının sınıfı,
- Numune alınan suyun özelliği,
- Numune alınan suyun sıcaklığı,
- Numune alınan suyun klor miktarı,
- Numuneden izole edilen Legionella bakterisi türü,
- Numuneden izole edilen Legionella bakterisinin serogrubu,
- Numuneden izole edilen Legionella bakterisinin koloni sayısı,
- Varsa numuneden izole edilen 2. tür Legionella bakterisinin türü, serogrubu ve koloni sayısı.

Bu bilgiler ayrıntılı olarak incelendiğinde;

- ***Numune alınan yıllar;*** 1995-2008 arası,
- ***Numunenin alındığı binanın sınıfı;*** apartotel, fabrika-işletme, hastane, misafirhane, otel, tatil köyü, termal tesis ve yatılı okul,

- ***Numune alınan iller;*** Adana, Adapazarı, Afyon, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Erzincan, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İstanbul, İzmir, Kırıkkale, Kırşehir, KKTC, Kocaeli, Konya, Malatya, Mardin, Muğla, Nevşehir, Şanlıurfa,
- ***Numunenin laboratuara geliş tarihi;*** Nisan 1995- Haziran 2008 arası,
- ***Numune alınan örneklem noktasının sınıfı;*** air condition sistem (klima) suyu, artezyen, boyler (kazan), buz makinası, chiller (soğutucu), duş başlığı, eşanjör, funcoil (ısıtma-soğutma sistemi), hamam, dekoratif havuz, sanayi tipi havuz, termal havuz, hidrofor, jakuzi, klima tozu, kollektör, kondansör, kule suyu, musluk, nemlendirici, oksijen manometresi, saf su, soğutma kulesi, depo tankı, termal su, ventilatör, yüzme havuzu, buhar kazanı, sauna,
- ***Numune alınan suyun özelliği;*** sıcak ve soğuk,
- ***Numune alınan suyun sıcaklığı;*** ^{0}C olarak,
- ***Numune alınan suyun klor miktarı;*** ppm olarak,
- ***Numuneden izole edilen Legionella bakterisi türü;*** L. Pneumophila, L. Dumoffii, L. Species, L. Bozemanii,
- ***Numuneden izole edilen Legionella bakterisinin serogrubu;*** 1, 2-14, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, sg1,
- ***Numuneden izole edilen Legionella bakterisinin koloni sayısı;*** cfu/ml (colony forming unit/milliliter)olarak.

4.2. Metod

Bu bölümde öncelikle kullanılan istatistiksel analiz teknikleri hakkında kısaca bilgi verilmiş daha sonra çalışmada yer alacak olan hipotezler belirtilmiştir. Bölümün sonunda Self Organizing Map haritaları kullanarak Türkiye'deki Lejyoner vakaları illere, yıllara, bina sınıflarına, örneklem noktasına, su özelliği ve risk düzeylerine göre kümelenmesinin nasıl yapıldığı anlatılmıştır.

Ayrıca bu tez çalışmasında yer alan istatistiksel analizler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak, SOM analizi ise MATLAB 5 programının Neural Network Toolbox Self Organizing Map aracı kullanılarak yapılmıştır.

4.2.1. Araştırmada Kullanılan Analiz Teknikleri

Araştırmada kullanılmış olan testler ve analizler aşağıda sıralanmıştır;

- Verilerin normal dağılıma uyup uymadığını kontrol etmek için **Kolmogrov-Simirnov Testi,**
- Hipotezlerin test edilmesi için kullanılan **Kruskal Wallis Testi ve Wilcoxon-Mann-Whitney Testi,**
- Değişkenler arasındaki ilişkilerin gösterilmesi için **Korelasyon Analizi,**
- Verilerin haritalarını oluşturmak için **SOM (self organizin map) Analizi.**

4.2.1.1. Kolmogorov-Smirnov Testi

İstatistiksel çalışmalarda pek çok analizi uygulayabilmek için verilerin dağılımının normal ya da normale yakın olması gerekmektedir. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Simirnov testi ve Shapiro Wilk testleriyle anlaşılmaktadır. Gözlem sayısı 29 dan az olduğunda Shapiro Wilk testi, 29 ve daha büyük olduğunda ise Kolmogrov-Smirnov testi kullanılmaktadır.

Kolmogorov - Smirnov testi ile verilen bir dağılımın teorik bir dağılıma (Normal, Poisson gibi) uygunluğu test edilir. Kolmogorov-Smirnov testi iki kümülatif dağılım fonksiyonun incelenmesi temeline dayanır (Gamgam, 1998). Bunlardan birincisi sıfır hipotezinde belirtilen kümülatif dağılım fonksiyonudur. İkincisi ise örnekten elde edilen gözlenen kümülatif dağılım fonksiyonudur.

Sıfır hipotezi ve alternatif hipotez çerçevesinde F_0 (x) örneklem dağılımı için varsayılan teorik kitle dağılımını gösterirken, F (x) örneklemin alındığı kitle için kümülatif olasılık dağılımını göstermektedir.

Sıfır hipotezi;

H_0 : F (x)=F_0 (x) şeklinde oluşturulur.

X'in her değeri için örneklemdeki verinin dağılımı varsayılan teorik kitle dağılımı ile uyumludur. Yani örneklem varsayılan dağılımdan alınmışsa, hiçbir noktada örneklem kümülatif olasılık dağılımı ve varsayılan kümülatif dağılımı arasındaki en büyük dik uzaklık beklenenden daha büyük değildir.

Bu hipotezi test etmek için öncelikle örneklem verisi için kümülatif olasılık dağılımı kurulmalıdır. Bu amaçla oluşturulan Çizelge 4.1., analizi oluşturan adımları özetlemektedir.

Çizelge 4.1. Kolmogorov-Smirnov Testi için Test İstatistiğinin Hesaplanması

A (x)	B (z)	C (p)	D $F_0(x_i)$	E $S(x_i)$	F $\lvert S(x_i) - F_0(x_i)\rvert$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Çizelge 4.1.'in kolonları aşağıdaki gibi oluşturulur.

A kolonuna x gözlem değerleri kaydedilir. Herhangi bir x değeri birden çok gözlenmişse tabloda bir kez kaydedilir.

B kolonundaki her bir satırda belirlenen μ ve σ değerlerine göre her bir x gözlemi için Eşitlik (1) ile hesaplanan z değerleri kaydedilir.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \qquad (1)$$

C kolonundaki her bir değer, normal dağılımda 0 ile z arasındaki olasılıkları gösterir.

D kolonunda varsayılan teorik dağılım için z değerine kadar olan kümülatif olasılıklar kaydedilir. D kolonundaki değerler $F_0(x_i)$ olarak gösterilir. Burada i alt indisi Çizelge 4.1.'deki i-inci satırı göstermektedir.

E kolonunda örneklem dağılımındaki her bir x değeri için kümülatif olasılık kaydedilir. E kolonundaki değerler $S(x_i)$ ile gösterilir.

F kolonunda örneklem ve teorik kümülatif olasılıklar farkının mutlak değerleri, başka bir deyişle E kolonu ve D kolonundaki olasılıklar arasındaki farkın mutlak değeri kaydedilir (Eşitlik(2)).

$$F_i = |S(x_i) - F_0(x_i)| \quad (2)$$

Alınan örneklem için test istatistiği, herhangi bir noktadaki örneklem kümülatif olasılık dağılımı ve varsayılan kümülatif olasılık dağılımı arasındaki en büyük dik uzaklık olarak tanımlanır.

Test istatistiği D ile gösterilir ve Eşitlik (3)'teki gibi hesaplanır.

$$D = \max |S(x_i) - F_0(x_i)| \quad (3)$$

Kolmogorov-Simirnov testi için sıfır hipotezini değerlendirme işlemi şu şekilde yapılır; hesaplanan test istatistiği (D), Kolmogorov-Smirnov testi için hazırlanmış kritik değerler tablosuna bakılır.

Eğer D değeri kritik değerler tablosunda belirlenen K.D. = kritik değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilir. Yani x'in her değeri için örneklemdeki verinin dağılımının, varsayılan teorik kitle dağılımı ile uyumlu olmadığına α önem seviyesinde karar verilir.

Eğer D değeri kritik değerler tablosunda belirlenen K.D. = kritik değer küçükse H_0 hipotezi kabul edilir. Yani x'in her değeri için örneklemdeki verinin dağılımını, varsayılan teorik kitle dağılımı ile uyumludur denir.

Normal dağılıma uyum test edilirken;

H_0: Verilerin dağılımı normal dağılıma uyar.

H_a: Verilerin dağılımı normal dağılıma uymaz şeklinde kurulmaktadır ve test istatistiği hesaplandıktan sonra kritik değer ile karşılaştırılır veya belirli bir anlamlılık düzeyinde (α) Significant (anlamlılık) değerlerine bakılır. Eğer bu değer anlamlılık düzeyinden (α) küçük ise H_0 hipotezi reddedilir yani veriler normal dağılıma uymaz. Eğer anlamlılık düzeyinden büyük ise veriler normal dağılıma uyar denir.

4.2.1.2. Kruskal Wallis Testi

İkiden fazla bağımsız örneğin aynı veya birbirine benzer anakütlelerden çekilmiş olduğunu iddia eden sıfır hipotezinin testinde en çok kullanılan parametrik olmayan tek faktör varyans analizi Kruskal Wallis analizidir (Daniel, 1996).

Kruskal Wallis testinde bağımsız değişkene ait veriler;

- Sayısal karakterler ile ifade edilmelidir.
- Birbirinden bağımsız rasgele örneklem üzerinden elde edilmelidir.
- Bağımlı değişkene ilişkin ölçümler aralık veya oran ölçeğindedir (Ural ve Kılıç, 2005)

Parametrik olmayan tek-faktör varyans analizinde kurulacak test hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0: c sayıda anakütle dağılım fonksiyonu birbiriyle aynıdır.

H_a: En az bir anakütle dağılım fonksiyonu diğerlerinden farklıdır.

Analizde kullanılacak olan veriler, Çizelge 4.2'dekine benzer bir çizelgede gösterilebilir. 1 nolu alt gruptan tesadüfi olarak seçilen n1 büyüklüğündeki örneğe ait değerler $x_{11},x_{21},\ldots,,x_{n1}$'dir. 2 nolu alt gruptan tesadüfi olarak seçilen n2 büyüklüğündeki örneğe ait değerler ise $x_{12},x_{22},\ldots..,x_{n2}$'dir.

Çizelge 4.2. Kruskal Wallis Testi Yapabilmek için Gerekli Veriler

Örnekler			
1	2	…..	C
x_{11}	x_{12}		x_{1c}
x_{21}	x_{22}		x_{3c}
x_{n1}	x_{n2}		x_{nc}

Her bir x değerinin yerine c örnekteki tüm değerlerle ilişkili sıra değerleri konulur. c örnekteki toplam örnek sayısı,

$$N = \sum_{i=1}^{c} n_i \qquad (4)$$

ile gösterilirse (Eşitlik (4))bu örneklerin en küçük sıra değeri 1, sonrakinin sıra değeri 2 olur. Bu şekilde en büyük örneğe N sıra değeri verilene kadar sıra değeri verme işine devam edilir.

Sıfır hipotezinin doğru olması halinde gruptaki sıraların dağılımının tesadüfi bir seyir takip etmesi beklenir. Yani çok küçük sıra değerleri veya çok büyük sıra değerleri bir örnekte toplanmayacaktır. Bu nedenle H_0 hipotezi doğru ise c adet örneğe ait sıra toplamlarının birbirine eşit olması beklenir.

Hesaplanan test istatistiğine bağlı olarak, sıra toplamlarının birbirinden anlamlı düzeyde farklı olduğu ve temsil edilen anakütlelerin birbirine benzer olmadıkları durumda sıfır hipotezi reddedilir. Kruskal Wallis test istatistiği, sıra toplamlarından beklenen sıra toplamlarını çıkardığımızda elde edilen farklara ait ağırlıklı fark kare toplamıdır. Bu ifade Eşitlik (5)'teki gibi yazılabilir.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^{c} \frac{1}{n_i} \left[R_i - \frac{n_i (N+1)}{2} \right]^2 \qquad (5)$$

Formüldeki R_i değeri, i- inci örnekteki değerlerin sıra değerleri toplamı ve $n_i(N+1)/2$ değeri ise, sıfır hipotezinin doğruluğu varsayımı altında i'inci örneğe ait beklenen sıra değeri toplamıdır. Aşağıdaki Eşitlik (6)'daki formül kullanılarak da daha güvenilir test istatistiği değerleri elde edilebilir.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^{c} \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) \qquad (6)$$

Hesaplanan H istatistiği Kruskal Wallis tablosundan belirlenen test istatistiği değeriyle mukayese edilir ve H değeri önceden seçilen α değerine göre tablodan bulunan değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilir (Daniel, 1996).

4.2.1.3. Wilcoxon-Mann-Whitney Testi

Bu teknik aralıksız ölçülen iki bağımsız grup arasındaki farklılıkların testi için kullanılır. Bu test bağımsız örnekler için uygulanan t-testlerinin parametrik olmayan alternatifidir. T-testinde olduğu gibi, iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması yerine iki grubun meydanlarını karşılaştırır. Sürekli değişkenlerin, iki grup içerisinde, değerlerini sıralı hale dönüştürür. Böylece, iki grup arasındaki sıralamanın farklı olup olmadığını değerlendirir. Değerler sıralı hale dönüştürüldüğü için değerlerin asıl dağılımları önemli değildir.

Hipotezler ise;

H_0: Ölçülen iki grup arasında fark yoktur.

H_a: Ölçülen iki grup arasında fark vardır.

Hesaplanan test istatistiğinin tablo olasılık değeri > hata olasılığı ise H_0 hipotezi red, H_a hipotezi kabul edilir.

4.2.1.4. Spearman Sıralama Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi test etmek, varsa bu ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir.

Korelasyon analizinde amaç; bağımsız değişken (X) değiştiğinde, bağımlı değişkenin (Y) ne yönde değişeceğini görmektir.

Korelasyon analizi yapabilmek için her iki değişkenin de sürekli olmaları ve normal dağılım göstermeleri gerekmektedir. Korelasyon analizi sonucunda doğrusal ilişki olup olmadığı, ve varsa bu ilişkinin derecesi Pearson korelasyon katsayısı, verilerin normal dağılıma uygunluğu söz konusu değilse Spearman korelasyon katsayısı ile hesaplanır. Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı veya Spearman'ın rho, Bir parametrik olmayan istatistik ölçüsüdür ve normal dağılım göstermeyen iki değişken arasındaki bağımlılığı yani korelasyonu ölçer.

Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı ρ değerinin hesaplanması için sıralama düzenli x_i ve y_i örneklem verileri kullanılır (Myers, 2003). Bu tüm karşılıklı veriler (i=1...n) için uygulanır (Eşitlik (7).

n : iki değişkenli örneklemde toplam gözlem sayısı.

$$\rho = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}\sqrt{n(\sum y_i^2) - (\sum y_i)^2}} \qquad (7)$$

Spearman'in ρ katsayısı değerleri -1 ile +1 arasında değişir. Uç değerler (yani ρ=-1 ve ρ=+1 ve yakın değerler) iki değişken sıralaması arasında bağlantının çok iyi olduğunu gösterirler.

ρ = -1 ise Tam negatif doğrusal ilişki vardır. Yani bir değişken artarken diğeri azalır, tersine, bir değişken azalırken diğeri artar. Bu durumda ilişkiyi gösteren grafiğin eğimi de negatif işaretli olur.

ρ = +1 ise tam pozitif doğrusal ilişki vardır. Yani bir değişken artarken diğeri de artar, bir değişken azalırken diğeri de azalır. Bu durumda ilişkiyi gösteren grafiğin eğimi de pozitif işaretli olur.

Eğer ρ<0 ise, sıralamalar arasında indirek aksi değişme vardır; yani biri artınca diğeri azalır ve aksi olur.

Eğer ρ>0 ise sıralamalar arasında birlikte (yani birlikte artma veya eksilme) değişme görülür. Eğer ρ=0 ise, sıralamalar arasında hiçbir bağlantını bulunmadığı sonucu çıkartılır.

ρ = 0 ise iki değişken arasında ilişki yoktur denir.

4.2.1.5. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve SOM (Self Organizing Map)

Yapay sinir ağları (YSA), insan beynindeki sinir hücrelerinin (nöron) bilgisayar ortamında matematiksel bir modellemesidir. Bu algoritmalar insan beyninin sezgisel gücünü içinde taşırlar. Genellikle, YSA ile oluşturulan modeller istatistiksel veri analizi veya sistem optimizasyonu için kullanılmaktadır. İstatistiksel metotların çoğunda verilerle ilgili dağılım varsayımı ve değişkenlerle ilgili varyasyon ve korelasyon varsayımları vardır (Neter, 1989). Sinir ağları yaklaşımının klasik istatistiksel yöntemlere göre avantajı, verilerin dağılım varsayımları ile değişkenlerle

ilgili varsayımlara gereksinim duymamasıdır. YSA, bazı değişkenlere ait eksik verileri de göz ardı etme özelliğine sahiptir. Ancak, sinir ağlarının eğitimi için çok sayıda veri gerekmesi ve ağ modelinin kurulmasındaki güçlükler dezavantaj olarak görülebilir (Öztemel, 2003).

Günümüzde en çok kullanılan YSA'lardan biri de SOM (Self-Organizing Maps) sinir ağlarıdır (Kohonen, 2001). Bu ağlar veri setindeki elemanları hem kümelendirir hem de haritalandırır. Bu sebeple, bu ağlar son yıllarda oldukça popüler olmuştur. Bu ağlar çok boyutlu bir veriyi iki boyutlu bir haritaya indirgemektedir. Her bir küme için oluşturulan referans vektörleri bir araya geldiğinde bir haritayı meydana getirmektedir. Bu harita üzerindeki topolojik komşuluk kümeler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

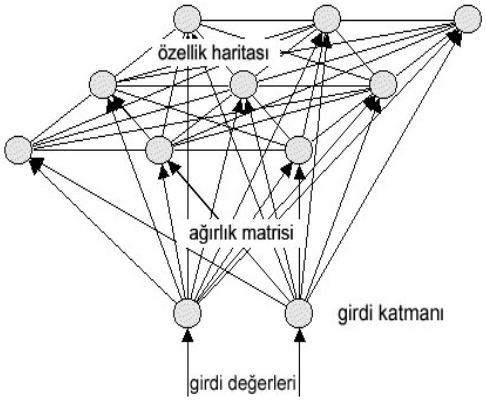
SOM Sinir Ağları:

SOM ağları, 1981 yılında Teuvo Kohonen tarafından geliştirilmiştir. Çok parametreli verilerin tek ya da iki boyutlu uzayda görsel olarak sunulması amacıyla ortaya atılmış YSA'nın bir türüdür (Kohonen 1981). Genel olarak sınıflandırma yapmak için kullanılmaktadır. Bu ağların en temel özelliği olayları öğrenmek için bir öğretmene ihtiyaç duymamasıdır (denetimsiz). Denetimsiz öğrenme sürecinde çıkış vektörünün bilinmesine gerek yoktur.

SOM ağları insan beynini taklit edecek şekilde tasarlanmıştır. İnsan beyninde öğrenme işlemi, sürekli tekrarlanan olaylar ve durumlar karşısında beyine iletilen sinyallerin, korteksin belli bölgelerinde yoğunlaşması sonucu bir hafıza oluşması şeklinde gerçekleşir.

Benzer şekilde SOM ağlarına gönderilen sinyaller (girdi değerleri) bazı işlemlerden geçerek harita katmanına ulaşır.

SOM ağları, giriş ve çıkış nöronlarından oluşan ağlardır. Giriş nöronlarının sayısını veri setindeki değişken sayısı belirler. Her bir giriş nöronu çıkış nöronlarını oluşturan tüm düğümlere bir ağırlık katsayısı ile bağlıdır. Çıkış katmanı'ndaki düğümlerin sayısı keyfi olarak seçilir. Şekil 4.1.'de bir SOM ağı görülmektedir. Giriş nöronları ile her bir çıkış nöronu arasındaki bağlantıyı referans vektörleri gösterir.



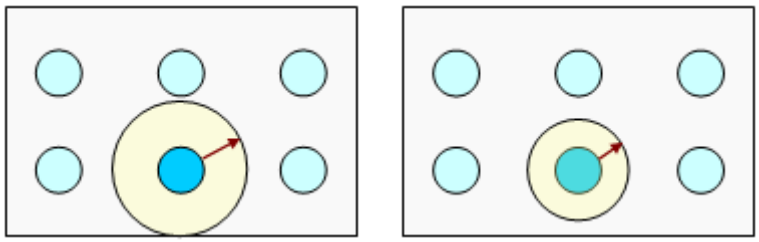
Şekil 4.1. SOM Sinir Ağı ve Kohonen Haritası (Dürrschmid, 1998)

Şekil 4.1.'den görüldüğü üzere girdi katmanındaki her sinir hücresi, haritadaki diğer bütün sinir hücreleri ile bağlantılıdır. Sonuçta ortaya çıkan ağırlık matrisi ağın girdi değerlerini haritadaki sinir hücrelerine aktarmak için kullanılır.

Ayrıca haritadaki bütün sinir hücreleri de kendi aralarında bağlantılıdır. Bu bağlantılar, aktivasyonun belirli bir bölgesindeki sinir hücrelerini, en büyük aktivasyona sahip sinir hücresi etrafında toplanmaya teşvik eder.

Korteks görevini yapan bu katmana gönderilen girdiler, yapılan matematiksel hesaplamalar sonucu bir bölgede yoğunlaşırlar. Bu bölge; matematiksel işlemlerle belirlenen "kazanan sinir hücresi"dir. Bu sinir hücresine ait bir alan mevcuttur. Aktivasyon alanı olarak adlandırılan bu bölge öğrenme esnasında küçülür. Bu küçülme, kesinliğin artmasına karşılık gelir. Her sınıf için ayrı bir sinir hücresi etrafındaki toplanmalar, sonuçta sınıflara ait bölgeler oluşturur. Bu şekilde de sınıflara ait öğeler daha sonra kolaylıkla tespit edilir.

Şekil 4.2.'de, özellik haritasında kazanan sinir hücresine ait aktivasyon alanının algoritma ilerledikçe küçülmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Sinir Hücresinin Aktivasyon Alanının Küçülmesi

SOM ağları, regresyon tekniklerinin aksine teorik bir model gerektirmez. Sonuçları 2 boyutlu tek bir düzlemde vermesi açısından da çok daha kullanışlıdır.

SOM Ağlarında Eğitim Aşamaları

SOM ağının eğitim aşamaları için her iterasyonda aşağıdaki ana adımlar gerçekleştirilir:

Bunlar;

1) Çıkış katmanı'ndaki her bir nörona ait W ağırlık vektörü [0-1] aralığında rastgele reel sayılardan oluşturulur.

2) Eğitim veri setinden rastgele bir G giriş vektörü alınarak SOM ağ kafesinin girişine uygulanır.

3) Çıkış katmanı'ndaki her bir düğümün W ağırlık vektörü'nün, G giriş vektörüne ne kadar benzediği W ve G vektörleri arasındaki Öklid uzaklığı (Eşitlik 8) ile hesaplanır.

$$\text{Uzaklık} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(G_i - W_i)^2} \qquad (8)$$

Minimum uzaklığa sahip nöron "kazanan nöron" olarak belirlenir.

4) 3 nolu adımda belirlenen kazanan nöronun σ(t) çaplı komşuluk alanındaki tüm düğümlerin W ağırlık vektörlerinin G giriş vektörüne benzeştirilmesi gerekir. Bu nedenle kazanan nörona ait komşuluk alanının hesaplanması gerekir. Komşuluk çapı σ(t) zamana bağlı bir değerdir ve zaman ile exponansiyel (üssel) olarak küçülür (Eşitlik 9).

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{-\frac{1}{\lambda}} \qquad t = 1, 2, 3, ... \qquad (9)$$

σ_0 sabit bir değerdir ve haritanın en uzun kenarının yarısı olarak alınabilir. λ ise zaman sabitidir.

5) Kazanan nöronun komşuluk alanındaki tüm nöronların W ağırlık vektörleri; Eşitlik (9) kullanılarak G giriş vektörüne benzeştirilir.

$$W(t+1) = W(t) + E(t)\,\ddot{O}(t)\,(G(t) - W(t)) \qquad (10)$$

Burada Ö(t) öğrenme katsayısıdır ve zaman ile exponansiyel olarak küçülür ve Eşitlik (10) ile hesaplanır.

$$\ddot{O}(t) = \ddot{O}_0 e^{-\frac{1}{\lambda}} \qquad t = 1,2,3,.... \qquad (11)$$

E(t) ise etkileme katsayısıdır ve düğümün kazanan nörona olan uzaklığına bağlı olarak değişir (Eşitlik (11)).

$$E(t) = e^{-\frac{Uzaklık^2}{2\sigma^2(t)}} \qquad t = 1,2,3,... \qquad (12)$$

Eşitlik (9), (10) ve (11)' de görüldüğü gibi her bir düğümün W ağırlık vektörü üzerindeki değişim düğümün kazanan nörondan uzaklığına ve çevrim zamanına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kazanan nörona yakın olan düğümlerde değişim büyük olurken, uzak düğümlerde değişim daha küçük olmaktadır. Bu da E(t) etkileme katsayısı ile belirlenir. Ayrıca başlangıç çevrimlerde Ö(t) Öğrenme katsayısı yüksek iken zaman ile azalmaktadır. Bu mekanizma birbiri ile ilintili olan vektörleri iki boyutlu harita üzerinde daha ilk çevrimlerde bir araya getirmekte ve zaman ile ince ayar yaparak haritayı tamamlamaktadır.

6) 2. Adıma dönerek tüm işlemler N defa tekrarlanır.

Çıkış katmanındaki nöron dizilimi 3 boyutlu ise harita da 3 boyutlu olacaktır. Bu haritalar, kümelerin özelliklerine göre değişik şekillerde renklendirilip gölgelendirilebilir. Böylece, daha görsel bir harita elde edilebilir.

4.2.2. Hipotezler

Çalışmada kaydedilmiş olan 889 veri için yıl, bina sınıfı, il, örneklem yeri ve su özelliği gruplarının koloni sayıları arasında fark olup olmadığını görmek amacıyla aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

1. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan yıl grupları arasında farklılık yoktur.
2. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan bina sınıfı grupları arasında farklılık yoktur.
3. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan il grupları arasında farklılık yoktur.
4. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan örneklem yeri grupları arasında farklılık yoktur.
5. H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan su özelliği grupları arasında farklılık yoktur.

4.2.3. Legionella Bakterisi Verilerinin SOM Kullanarak Analizi

.

SOM sinir ağları ile kurulan modeller, veriler için herhangi bir dağılım ve korelasyon varsayımı içermemektedir. Ayrıca, bu modeller verilerdeki satır sayısı ve değişken sayısı arttıkça daha iyi sonuç vermektedir. Bu sebeple, klasik istatistiksel kümeleme yöntemleri yerine SOM sinir ağları tercih edilmiştir.

Bu araştırmada kayıt altında bulunan 7175 adet veriden 721 adedinde Legionella kolonisi oluşmuş ve bu veriler SOM sinir ağları kullanarak kümelenmiştir.

Yıllar, bina sınıfı, iller, örneklem noktaları, su özellikleri ve koloni sayıları risk düzeylerinin kümelenmesi amacıyla 20x20 boyutlarında bir harita hazırlanmıştır. Çalışma için giriş vektörleri; yıllar, bina sınıfı, iller, örneklem noktaları, su özellikleri ve koloni sayıları risk düzeyleri olmak üzere 6 boyutlu olarak tasarlanmıştır.

İnsan yapısı su sistemlerinde Legionella bakterilerinin insan sağlığı açısından değerlendirilmesi için oluşturabileceği riskler derecelendirilmiştir. Bu risk dereceleri

Çizelge 4.3'te belirtilen Barbaree, Breiman, Dufour'un geliştirdiği Legionella risk düzeyleridir. Kümelemede bu risk düzeyleri dikkate alınarak kodlama yapılmıştır.

Çizelge 4.3. SOM için Legionella Bakterisi Koloni Sayısının Risk Düzeyleri (Barbaree, 1993)

Legionella Koloni sayısı (cfu/ml)	**Risk Düzeyi**
>10000	Çok yüksek
1000-10000	Yüksek
100-999	Orta
10-99	Düşük
<10	Çok Düşük

Verileri kümelemede MATLAB 5 programının Self Organizing Maps Toolbox'ı kullanılmıştır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada yapılan analizlerden elde edilen bulgular iki başlık altında toplanmıştır. İlk olarak "Genel İstatistik Bilgiler" başlığı altında Legionella verileri istatistiksel olarak incelenmiş, ikinci olarak da "Hipotezlerin Test Edilmesi ve İstatistiksel Analizler" başlığı altında ise ilk önce oluşturulan hipotezler test edilmiş daha sonra verilerin geçerlilik testleri yapılmış ve analizlerin sonuçları grafikler yardımı ile incelenmiştir.

5.1. Genel İstatistiksel Bilgiler

Yapılan çalışmada alınan 7175 numunedeki Legionella bakterisi türlerinin koloni sayılarının yıllara göre dağılımı aşağıda gösterilmektedir.

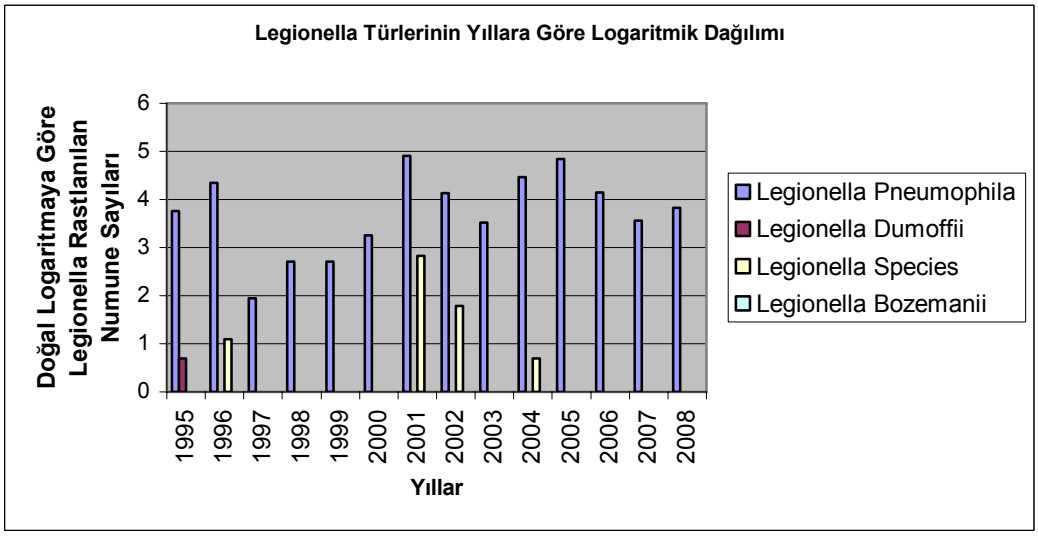
Çizelge 5.1. Legionella Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı

		Numunede Görülen Legionella Bakteri Türleri ve Sayısı					
Yıllar	Alınan Numune Sayısı	1	2	3	4	Toplam Görülen Legionella Bakteri Sayısı	L. Bakterisi Görülme Yüzdesi
1995	347	43	2	0	0	45	12,97 %
1996	629	77	0	3	0	80	12,72 %
1997	727	7	0	0	0	7	0,96 %
1998	280	15	0	1	0	16	5,71 %
1999	194	15	0	0	0	15	7,73 %
2000	160	26	0	1	0	27	16,88 %
2001	1253	135	0	17	0	152	12,13 %
2002	313	62	0	6	0	68	21,73 %
2003	259	34	0	1	0	35	13,51 %
2004	669	87	0	2	1	90	13,45 %
2005	1320	127	0	0	0	127	9,62 %
2006	440	63	1	0	0	64	14,54 %
2007	367	35	0	1	0	36	9,80 %
2008	217	46	0	0	0	46	21,19 %
Toplam	**7175**	**772**	**3**	**32**	**1**	**808**	**11,26 %**

1 => Legionella Pneumophila 2 => Legionella Dumoffii 3 => Legionella Species

4 => Legionella Bozemanii 5 => Legionella bakterisi görülmemiş

Koloni sayılarının grafiksel görünümü Şekil 5.1' de gösterilmektedir. Grafik oluşturulurken küçük değerlerin daha iyi gözlemlenmesi için koloni sayıları doğal logaritmaya çevrilmiştir.



Şekil 5.1. Legionella Türlerinin Yıllara Göre Logaritmik Dağılımı

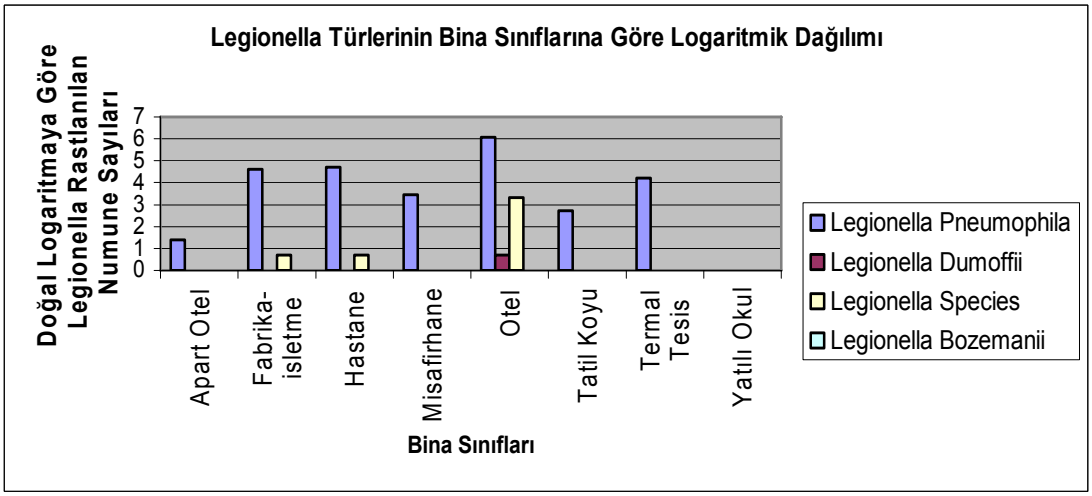
Çizelge 5.1 ve Şekil 5.1.'den Legionella bakteri türlerinin dağılımına baktığımızda, her yıl Legionella bakterisi ortaya çıkmış ve bu bakteriler içerisinde genel olarak Lejyoner Hastalığına neden olan bir tür olan Legionella Pneumophila türünün daha çoğunlukta olduğu görülmektedir (n=772). Legionella Pneumophila'dan sonra en sık rastlanan bakteri türü Legionella Species'tir (n=32). En az rastlanan bakteri türü ise Legionella Bozemanii' dir. 2001 yılında Legionella bakterisi sayısı çok olmasına rağmen incelenen olaylar içerisinde oran olarak düşük olduğu görülmektedir. Yıllar içerisinde en çok bildirilen vaka sayısı 2001 ve 2005 yıllarında gerçekleşmiştir. Legionella bakterisi görülme oranı; 2002 ve 2008 yıllarında diğer yıllara göre daha yüksektir ve en düşük görülme oranına sahip yıl ise 1997 yılıdır (% 0,96).

1995-2008 yılları arasında toplanan verilerde Legionella türlerinin örneklemlerin alındığı binaların sınıflarının göre dağılımı Çizelge 5.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2. Legionella Türlerinin Bina Sınıflarına Göre Dağılımı

		Numunede Görülen Legionella Bakteri Türleri ve Sayısı					
Bina sınıfı	Alınan Numune Sayısı	1	2	3	4	Toplam Görülen Legionella Bakteri Sayısı	L. Bakterisi Görülme Yüzdesi
Apart Otel	234	4	0	0	0	4	1,71 %
Fabrika-isletme	826	101	0	2	1	104	12,59 %
Hastane	999	113	0	2	0	115	11,51 %
Misafirhane	143	32	1	0	0	33	23,08 %
Otel	4304	439	2	28	0	469	10,89 %
Tatil Koyu	200	15	0	0	0	15	7,5 %
Termal Tesis	446	68	0	0	0	68	15,25 %
Yatılı Okul	23	0	0	0	0	0	0 %
Toplam	**7175**	**772**	**3**	**32**	**1**	**808**	**11,26 %**

Bu dağılımı grafik üzerinde görecek olursak;



Şekil 5.2. Legionella Türlerinin Bina Sınıflarına Göre Logaritmik Dağılımı

Şekil 5.2.'den ve Çizelge 5.2.'den görüldüğü gibi Legionella türlerinin dağılımına baktığımızda, en çok bakteri sayısı otellerde çıkmıştır (n=469). Ancak görülme yüzdesine baktığımızda kaydedilen vakalar içerisinde düşük görülme yüzdesine sahiptir (% 10,89). Yatılı okul binalarında yapılan incelemelerde hemen hemen hiç Legionella bakterisine rastlanmamıştır. Otellerden sonra Legionella

bakterisi sayısı fazla olan bina sınıfları; hastane ve fabrika-işletme binalarıdır. Legionella görülme oranı olarak en yüksek değer misafirhanelerde (23,08 %) bulunmaktadır. En az vaka bildirimi yatılı okullardan olmaktadır. İngiltere'de yapılan bir çalışmada ise Lejyoner Hastalığı görülen yerlerin % 28 soğutma kulelerinden kaynaklanmıştır (Bhopal, 1991).

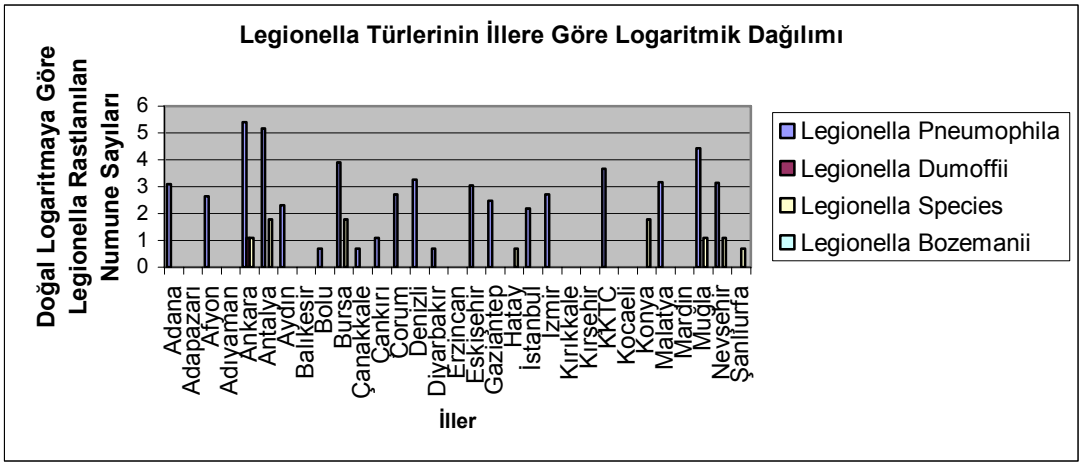
Çizelge 5.3.'te Legionella bakterilerinin illere göre dağılımı yer almaktadır.

Çizelge 5.3. Legionella Türlerinin İllere Göre Dağılımı

		Numunede Görülen Legionella Bakteri Türleri ve Sayısı					
İller	Alınan Numune Sayısı	1	2	3	4	Toplam Görülen Legionella Bakteri Sayısı	L. Bakterisi Görülme Yüzdesi
Adana	101	22	0	0	0	22	21,78 %
Adapazarı	6	0	0	0	0	0	0 %
Afyon	68	14	0	0	0	14	20,59 %
Adıyaman	6	0	0	0	0	0	0 %
Ankara	1482	223	3	3	1	230	15,52 %
Antalya	1844	174	0	6	0	180	9,76 %
Aydın	356	10	0	0	0	10	2,81 %
Balıkesir	57	0	0	0	0	0	0 %
Bolu	24	2	0	0	0	2	8,33 %
Bursa	331	50	0	6	0	56	16,92 %
Çanakkale	53	2	0	0	0	2	3,77 %
Çankırı	44	3	0	0	0	3	6,82 %
Corum	52	15	0	0	0	15	28,85 %
Denizli	374	26	0	0	0	26	6,95 %
Diyarbakır	12	2	0	0	0	2	16,67 %
Erzincan	23	0	0	0	0	0	0 %
Eskişehir	327	21	0	0	0	21	6,42 %
Gaziantep	51	12	0	0	0	12	23,53 %
Hatay	17	0	0	2	0	2	11,76 %
İstanbul	189	9	0	1	0	10	5,29 %
Izmir	72	15	0	0	0	15	20,83 %
Kırıkkale	11	1	0	0	0	1	9,09 %
Kırşehir	9	0	0	0	0	0	0 %
KKTC	224	39	0	0	0	39	17,41 %
Kocaeli	4	0	0	0	0	0	0 %
Konya	37	0	0	6	0	6	16,22 %
Malatya	66	24	0	0	0	24	36,36 %
Mardin	11	1	0	0	0	1	9,09 %
Muğla	831	84	0	3	0	87	10,47 %
Nevşehir	458	23	0	3	0	26	5,68 %
Şanlıurfa	35	0	0	2	0	2	5,71 %
Toplam	**7175**	**772**	**3**	**32**	**1**	**808**	**11,26 %**

Çizelge 5.3.'ü inceleyecek olursak; Türkiye'deki 31 ilde Legionella bakterisi araştırması yapılmış bu illerin 6 tanesinde Legionella bakterisine rastlanmamıştır. Toplam 31 ilden en fazla Legionella bakterisi izole edilen iller; Ankara ve

Antalya'dır. En çok bakteri görülme oranına sahip olan iller; Malatya, Çorum, Gaziantep, Adana, İzmir ve Afyon'dur. Ancak bakteri görülme yüzdesine baktığımızda Malatya ve Çorum diğer illerden daha fazla değere sahiptir. Adapazarı, Balıkesir, Erzincan, Kırşehir, Kocaeli ve Adıyaman'da vaka bildirimi olmasına rağmen yapılan incelemelerde Legionella bakterisine rastlanmamıştır. Genel olarak Legionella bakteri türlerinin illere göre dağılımına bakılırsa en çok Legionella Pneumophila bakterisine rastlanmaktadır. En az vaka bildirimi Kocaeli'nden gerçekleşmiştir. Dağılımın grafiği Şekil 5.3.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Legionella Türlerinin İllere Göre Logaritmik Dağılımı

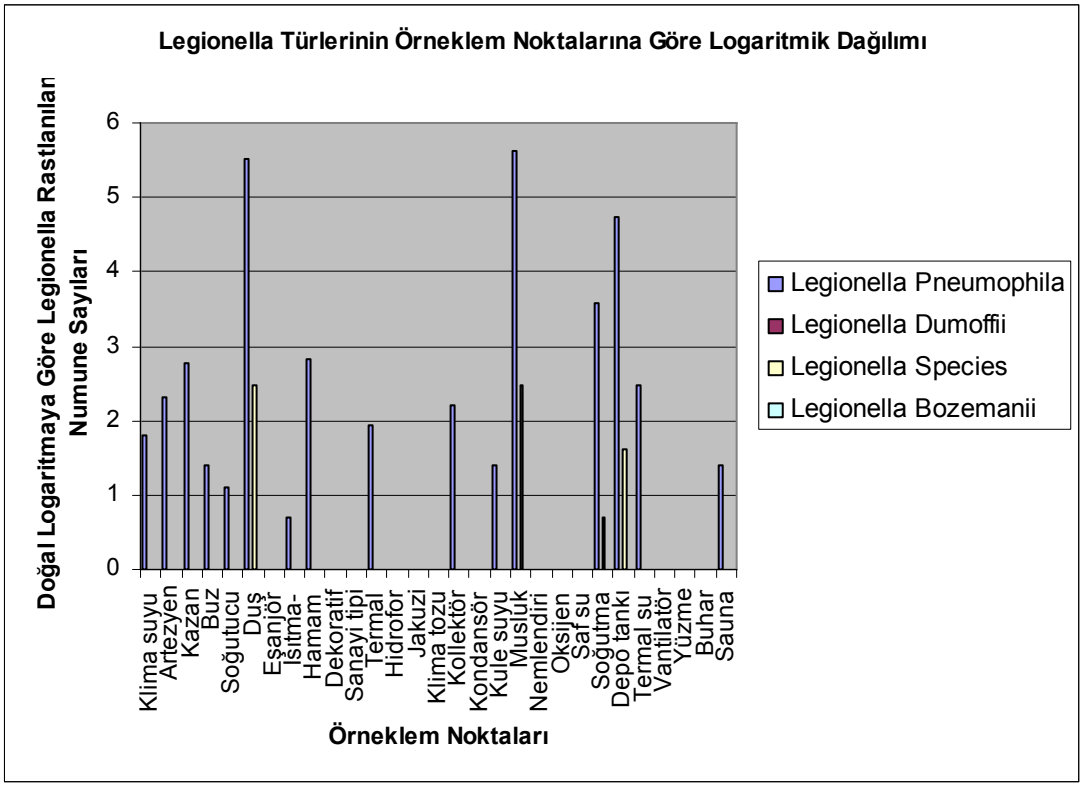
Örnekleme noktası sınıflarına göre Legionella türlerinin dağılımı ise Çizelge 5.4.'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.4. Legionella Türlerinin Örnekleme Noktasına Göre Dağılımı

		Numunede Görülen Legionella Bakteri Türleri ve Sayısı					
Örneklemnoktası	**Alınan Numune Sayısı**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Toplam Görülen Legionella Bakteri Sayısı**	**L. Bakterisi Görülme Yüzdesi**
Klima suyu	100	6	0	0	0	6	6 %
Artezyen	103	10	0	0	0	10	9,71 %
Kazan	108	16	0	0	0	16	14,81 %
Buz makinası	22	4	0	0	0	4	18,18 %
Soğutucu	21	3	0	0	0	3	14,29 %
Duş başlığı	2151	247	0	12	0	259	12,04 %
Eşanjör	8	0	0	0	0	0	0 %
Isıtma-Soğutma Sistemi	12	2	0	0	0	2	16,67 %
Hamam	110	17	0	1	0	18	16,36 %
Dekoratif havuz	5	0	0	0	0	0	0 %
Sanayi tipi havuz	11	1	0	0	0	1	9,09 %
Termal havuz	35	7	0	0	0	7	20 %
Hidrofor	14	1	0	0	0	1	7,14 %
Jakuzi	1	0	0	0	0	0	0 %
Klima tozu	4	0	0	0	0	0	0 %
Kollektör	36	9	0	0	0	9	25 %
Kondansör	5	0	0	0	0	0	0 %
Kule suyu	47	4	0	0	0	4	8,51 %
Musluk	2593	277	1	12	0	290	11,1 %
Nemlendirici	18	1	0	0	0	1	5,56 %
Oksijen manometresi	14	0	0	0	0	0	0 %
Saf su	2	0	0	0	0	0	0 %
Soğutma kulesi	333	36	1	2	1	40	12,01 %
Depo tankı	1270	114	0	5	0	119	9,37 %
Termal su	32	12	1	0	0	13	40,63 %
Vantilatör	4	0	0	0	0	0	0 %
Yüzme havuzu	100	1	0	0	0	1	1 %
Buhar kazanı	5	0	0	0	0	0	0 %
Sauna	11	4	0	0	0	4	36,36 %
Toplam	**7175**	**772**	**3**	**32**	**1**	**808**	**11,26 %**

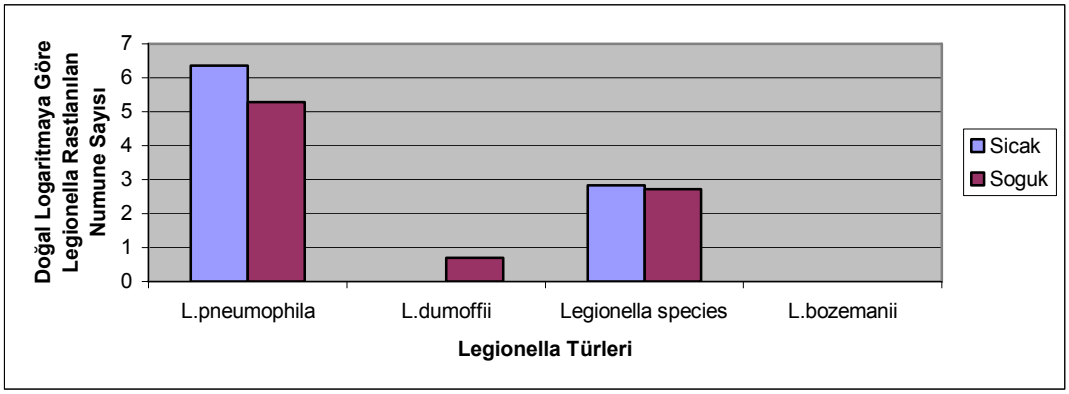
Çizelge 5.4.'e göre; Örneklem noktalarını incelediğimizde; toplam 29 adet örneklem noktasında en fazla vaka bildirimi musluklardan olmuştur. Musluk, duş

başlığı ve depo tanklarında Legionella bakterisi diğer örneklem alınan noktalara göre daha fazla görülmektedir. Daha önceden yapılmış olan bir çalışmada da en çok duş başlıkları ve musluklarda Legionella bakterisine rastlanmıştır (Afacan, 2006). En yüksek bakteri görülme oranına sahip olan örneklem noktaları termal sulardır. En çok rastlanan Legionella Pneumophila türü duş başlığı, musluk ve depo tanklarında görülmektedir. Eşanjörlerde, dekoratif havuzlarda, jakuzilerde, klima tozlarında, kondansörlerde, oksijen manometrelerinde, saf suda, ventilatörlerde ve buhar kazanlarında vaka bildirimleri olmasına rağmen Legionella bakterisine rastlanmamıştır. En fazla bakteri görülme yüzdesine sahip olan örneklem noktaları termal sular, saunalar ve kollektörlerdir. Ayrıca dağılımın grafiği Şekil 5.4.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.4. Legionella Türlerinin Örneklem Noktalarına Göre Logaritmik Dağılımı

Suyun özelliğine göre Legionella türlerinin dağılımına bakacak olursak;



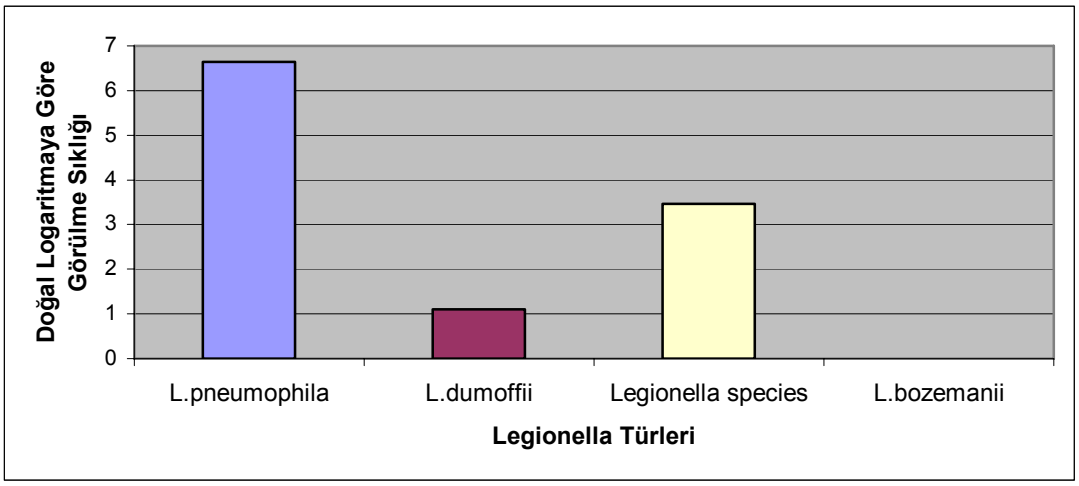
Şekil 5.5. Suyun Özelliğine Göre Legionella Türlerinin Dağılımı

Şekil 5.5.'den de görüldüğü gibi sıcak suda Legionella bakterisi görülme yüzdesi daha fazladır (% 57). Sıcak sularda ise en çok Legionella Pneumophila bakterisi bulunmaktadır.

Legionella türlerinin görülme sıklıklarını incelediğimizde; hem Çizelge 5.5.'ten hem de Şekil 5.5.'ten görüldüğü gibi Türkiye'de görülen Legionella bakterisi türleri; Legionella Pneumophila, Legionella Dumoffii, Legionella Species, Legionella Bozemanii'dir. En çok Legionella Pneumophila bakterisine rastlanmaktadır. Bakteri görülme olasılığı % 10,75'dir (n=772). En az görülen bakteri türü ise Legionella Bozemanii'dir (1). Japonya'da yapılan bir çalışmada %54 oranında (Yamamoto, 1992) ve Finlandiya'da daha önce yapılan bir çalışmada ise % 47 oranında Legionella Pneoumophila'ya rastlanmıştır (Lee, 1988).

Çizelge 5.5. Legionella Türlerinin Görülme Sıklığı

Legionella Türleri	**Görülme Frekansları**	**Görülme Yüzdesi**
L.pneumophila	772	10,75 %
L.dumoffii	3	0,04 %
Legionella species	32	0,44 %
L.bozemanii	1	0,01 %
L. Bakterisi Görülmeyen Numune Sayısı	6367	88,73 %
Alınan Toplam Numune Sayısı	**7175**	



Şekil 5.6. Legionella Türlerinin Görülme Sıklığı

Aylara göre Legionella bakterisi görülen vaka sayılarının dağılımına baktığımızda en fazla vaka Haziran ayında görülürken, en az vaka sayısı Şubat ayında tespit edilmiştir (Çizelge 5.6.).

Mevsimsel olarak baktığımızda ise yaz aylarında çok kış aylarında ise az vaka ortaya çıkmıştır. Nitekim İstanbul'da daha önce yapılan bir çalışmada da yaz aylarında daha çok kış aylarında ise az vaka tespit edilmiştir (Türetgen, 1998).

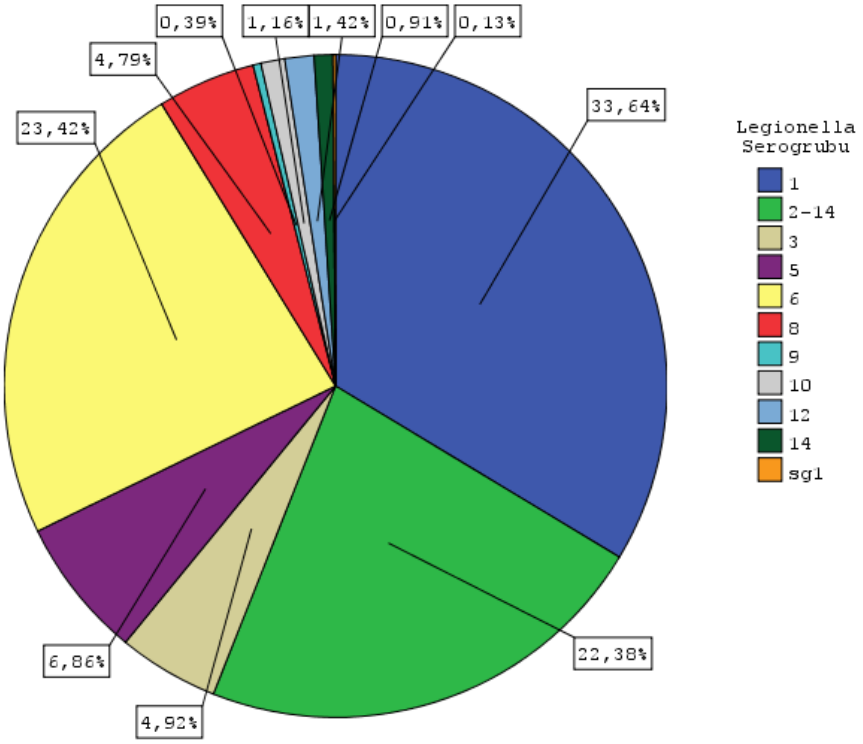
Çizelge 5.6. Legionella Türlerinin Aylara Göre Dağılımı

Aylar	**Legionella Bakterisi Görülen Vaka Sayısı**	**Görülme Yüzdesi**
Ocak	41	6 %
Şubat	28	4 %
Mart	38	5 %
Nisan	65	9 %
Mayıs	61	8 %
Haziran	98	14 %
Temmuz	75	10 %
Ağustos	47	7 %
Eylül	73	10 %
Ekim	86	12 %
Kasım	71	10 %
Aralık	38	5 %
Toplam Vaka Sayısı	**721**	100 %

Çizelge 5.7.'de Legionella serogruplarının dağılımı incelendiğinde; Türkiye'de toplam 11 adet serogruba rastlanmaktadır. Bu serogruplar içerisinde en sık rastlanan serogrup; Legionella Serogrup 1'dir (% 33,63). En az görülen serogrup Legionella sg1 serogrubudur. Serogrup olarak inceleme yapan bazı çalışmalarda Legionella serogrup 2-14 daha sık olarak görülmüştür (Afacan, 2006; Türetgen, 1998). Güney Avustralya'da yapılan bir çalışmada ve İstanbul'da yapılan çalışmada ise en çok Legionella serogrup 1'e rastlanmıştır (Barbaree, 1993; Zeybek, 2002).

Çizelge 5.7. Serogrupların Frekans Dağılımı

Serogruplar	**Frekanslar**	**Yüzde**
1	260	33,63 %
2-14	173	22,38 %
3	38	4,91 %
5	53	6,85 %
6	181	23,41 %
8	37	4,78 %
9	3	0,38 %
10	9	1,16 %
12	11	1,42 %
14	7	0,90 %
sg1	1	0,12 %
Toplam	**773**	



Şekil 5.7. Serogrupların Frekans Dağılımı

Çalışmamızda kullandığımız sıcaklık, klor ve Legionella koloni sayısının tanımlayıcı istatistiklerini incelediğimizde;

Çizelge 5.8. Sıcaklık, Klor, Koloni Sayısının Tanımlayıcı İstatistikleri

	Numune Sayısı	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Sapma	Skewness İstatistik Değeri	Kurtosis İstatistik Değeri
Sıcaklık	3821	0	100	43,49	18,82	-,108	-1,02
Klor	953	0	10	,93	1,45	3,05	11,45
Koloni Sayısı	721	0	100000	226,77	3729,78	26,66	714,14

Sıcaklık için;

Toplam 3821 adet sıcaklık verisi kaydedilmiş olup, Ekstrem (sınır) değerlerine baktığımızda en düşük sıcaklık (minimum sıcaklık) ”0”, en yüksek sıcaklık (maksimum sıcaklık) ise “100” ^{o}C’dir. Ortalama sıcaklık 43,49 ^{o}C’dir. Alınan sıcaklık ölçümleri standart sapması 18,82 ‘dir.

Kurtosis (basıklık) verilerin dağılımının dikliğinin veya düzlüğünün yani verilerin tepe noktalarının durumu hakkında bilgi veren ölçüttür. Sıfıra yakın bir basıklık normal dağılıma yakın bir şekil oluşturur. Basıklık için pozitif bir değer, normalden daha dik bir dağılıma işarettir. Negatif bir basıklık değeri ise normalden daha düz bir dağılıma işarettir.

Sıcaklık için Kurtosis değeri = -1,02 olduğundan dolayı dağılım normalden daha düz bir şekle sahiptir. Skewness (çarpıklık) değeri dağılımın ortalama etrafında simetriden ne kadar saptığını yani verilerin simetrisini belirleyen bir ölçüttür. Sıfır değeri simetrik yani ortada dengelenmiş bir dağılıma işarettir. Pozitif çarpıklık küçük değerlerin fazlalıkta olduğunu, negatif çarpıklık ise büyük değerlerin fazlalıkta olduğunu gösterir. Sıcaklık verisi için çarpıklık değeri = -0,108'dir. Yani büyük veriler daha fazladır.

Klor için;

Toplam 953 adet klor verisi kaydedilmiş olup, Ekstrem (sınır) değerlerine baktığımızda en düşük klor miktarı (minimum klor miktarı) "0", en yüksek klor miktarı (maksimum klor miktarı) "10" ppm'dir. Ortalama klor miktarı 0,93'tür. Kaydedilen klor miktarı verilerinin standart sapması 1,45'dir. Kurtosis = 11,45'tir. Yani verilerin dağılımı normalden daha dik bir dağılıma uymaktadır. Skewness değeri = 3.05, yani küçük değerlerin daha fazlalıkta olduğu görülmektedir.

Legionella koloni sayısı için;

Toplam 721 adet Legionella bakterisi bulunmaktadır. Ekstrem (sınır) değerlerine baktığımızda en küçük koloni sayısı (minimum koloni sayısı) "0", en büyük koloni sayısı (maksimum koloni sayısı) ise "100000" dir. Ortalama olarak koloni sayısı 226,77'tür. Bulunan Legionella bakterilerinin sayısının standart sapması 3729,78' dir. Kurtosis değeri = 714,14 yani dağılım normalden daha dik bir dağılıma uymakta, Skewness değeri ise = 26,66 dır. Yani küçük değerler fazlalıkta olmaktadır.

5.2. Hipotezlerin Test Edilmesi ve İstatistiksel Analizler

5.2.1. Kolmogrov-Simirnov Testi

Legionella bakterisinin koloni sayılarının normal dağılıma uygunluğu incelendiğinde;

Çizelge 5.9. Koloni Sayılarının Frekansları

	Kayıtlı Veri		Kaydedilmemiş Veri		Toplam	
	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde
Koloni Sayısı	721	10 %	6454	90 %	7175	100 %

Toplam 7175 Legionella verisinden 723 (%10) tanesinde Legionella bakterisi bulunmuş olup Kolmogrov tablosuna baktığımızda;

Çizelge 5.10. Koloni Sayılarının Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri

	Kolmogorov-Smirnov		
	İstatistik Değeri	df (Serbestlik Derecesi)	Significant (Anlamlılık Değeri)
Koloni Sayısı	0,476	721	0,000

Significant değeri % 5 anlamlılık düzeyinden küçük çıktığından dolayı koloni sayısı dağılımı normal dağılıma uymamaktadır.

Sıcaklık verilerinin normal dağılıma uyup uymadığı kontrol edildiğinde;

Çizelge 5.11. Sıcaklık Verilerinin Frekansları

	Kayıtlı Veri		Kaydedilmemiş Veri		Toplam	
	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde
Sıcaklık	3821	53,3 %	3354	46,7 %	7175	100 %

Toplam 7175 Legionella verisinden 3821'inin (%53) sıcaklığı tutulmuş olup; sıcaklığı tutulan verilerin normal dağılıma uygunluğu incelendiğinde;

Çizelge 5.12. Sıcaklık Verilerinin Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri

	Kolmogorov-Smirnov		
	İstatistik Değeri	df (Serbestlik Derecesi)	Significant (Anlamlılık Değeri)
Sıcaklık	0,091	3821	0,000

Significant değeri % 5 anlamlılık düzeyinden küçük çıktığından dolayı sıcaklık dağılımı normal dağılıma uymamaktadır.

Klor miktarının normal dağılıma uygunluğuna bakıldığında ise;

Çizelge 5.13. Klor Miktarı Verilerinin Frekansları

	Kayıtlı Veri		Kaydedilmemiş Veri		Toplam	
	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde	Numune Sayısı	Yüzde
Klor	953	13,3 %	6222	86,7 %	7175	100 %

Toplam 7175 Legionella verisi içerisinde 953'ü (%13,2) kayıtlarda tutulmuş olup, normallik tablosu incelendiğinde;

Çizelge 5.14. Klor Miktarı Verilerinin Normal Dağılıma Uygunluk Değerleri

	Kolmogorov-Smirnov		
	İstatistik Değeri	df (Serbestlik Derecesi)	Significant (Anlamlılık Değeri)
Klor	0,306	953	0,000

Significant değeri % 5 anlamlılık düzeyinden küçük (Sig.=0,000) çıktığından dolayı sıcaklık dağılımı da normal dağılıma uymamaktadır.

5.2.2. Hipotez Testleri

Hipotezlerin incelenmesi için kullanılan toplam 889 veriye ait bilgiler şu şekildedir:

- ***Numune alınan yıllar;*** 2001, 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008,
- ***Numunenin alındığı binanın sınıfı;*** apartotel, fabrika-işletme, hastane, misafirhane, otel, tatil köyü ve termal tesis,

- ***Numune alınan iller;*** Ankara, Antalya, Denizli, İstanbul, İzmir, Muğla ve Nevşehir,
- ***Numune alınan örneklem noktasının sınıfı;*** air condition sistem (klima) suyu, artezyen, boyler (kazan), duş başlığı, funcoil (ısıtma-soğutma sistemi), hamam, termal havuz, , musluk, soğutma kulesi, depo tankı ve yüzme havuzu,
- ***Numune alınan suyun özelliği;*** sıcak ve soğuk,
- ***Numuneden izole edilen Legionella bakterisinin koloni sayısı;*** cfu/ml (colony forming unit/milliliter)olarak.

1. **H_0: Koloni sayısı bakımından örnek alınan yıl grupları arasında anlamlı bir fark yoktur.**

Bu hipotez test edilirken 889 veri için Legionella bakterisi araştırması yapılmış olan her yıl bir grup olarak tanımlanmıştır. İlgili hipotez testi için SPSS programında hazırlanan Kruskal Wallis bağımsızlık testi sonuçları Çizelge 5.15' da gösterilmiştir (α = 0,05 anlamlılık düzeyi).

Çizelge 5.15. 1. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları

	Koloni
Ki-Kare Değeri	33,400
df	5
Asymp. Sig. (Yaklaşık Anlamlılık Değeri)	0,000

Grup Değişkeni: Yıllar

Çizelge 5.15'a göre Kruskal Wallis testi sonucunda Asymp. Sig. (The asymptotic significance) Değeri = 0,000 < 0,05 anlamlılık düzeyinden olduğu için H_0 reddedilmiştir.

Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından incelendiğinde 889 veri için kullanılan yıl gruplarının koloni ortalamaları arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

2. **H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan il grupları arasında farklılık yoktur.**

Bu hipotez test edilirken 889 veri için Legionella bakterisi araştırması yapılmış olan her il bir grup olarak tanımlanmıştır. İlgili hipotez testi için SPSS programında hazırlanan Kruskal Wallis bağımsızlık testi sonuçları Çizelge 5.16.' da gösterilmiştir (α = 0,05 anlamlılık düzeyi).

Çizelge 5.16. 2. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları

	Koloni
Ki-Kare Değeri	79,324
df	6
Asymp. Sig. (Yaklaşık Anlamlılık Değeri)	0,000

Grup Değişkeni: İller

Çizelge 5.16.'e göre Krusukal Wallis testi sonucunda Asymp. Sig. Değeri = 0,000 < 0,05 anlamlılık düzeyinden olduğu için H_0 reddedilmiştir.

Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından incelendiğinde 889 veri için kullanılan il gruplarının koloni ortalamaları arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

3. **H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan örneklem yeri grupları arasında farklılık yoktur.**

Bu hipotez test edilirken 889 veri için Legionella bakterisi araştırması yapılmış olan her örneklem yeri bir grup olarak tanımlanmıştır. İlgili hipotez testi için SPSS programında hazırlanan Kruskal Wallis bağımsızlık testi sonuçları Çizelge 5.17' da gösterilmiştir (α = 0,05 anlamlılık düzeyi).

Çizelge 5.17. 3. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları

	Koloni
Ki-Kare Değeri	124,970
df	10
Asymp. Sig. (Yaklaşık Anlamlılık Değeri)	0,000

Grup Değişkeni: Örneklem Noktası

Çizelge 5.17'ye göre Krusukal Wallis testi sonucunda Asymp. Sig. Değeri = 0,000 < 0,05 anlamlılık düzeyinden olduğu için H_0 reddedilmiştir.

Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından incelendiğinde 889 veri için kullanılan örneklem yeri gruplarının koloni ortalamaları arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

4. **H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan bina sınıfı grupları arasında farklılık yoktur.**

Bu hipotez test edilirken 889 veri için Legionella bakterisi araştırması yapılmış olan her bina sınıfı bir grup olarak tanımlanmıştır. İlgili hipotez testi için SPSS programında hazırlanan Kruskal Wallis testi sonuçları Çizelge 5.18' da gösterilmiştir (α = 0,05 anlamlılık düzeyi).

Çizelge 5.18. 4. Hipotez için Kruskal Wallis Test Sonuçları

	Koloni
Ki-Kare Değeri	51,407
df	6
Asymp. Sig. (Yaklaşık Anlamlılık Değeri)	0,000

Grup Değişkeni: Bina sınıfı

Çizelge 5.18.'den de görüldüğü gibi Asymp. Sig. Değeri = 0,000 < 0,05 anlamlılık düzeyinden olduğu için H_0 reddedilmiştir. Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından incelendiğinde 889 veri için kullanılan bina sınıfı gruplarının koloni ortalamaları arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir.

5. **H_0: Koloni sayıları bakımından örnek alınan su özelliği grupları arasında farklılık yoktur.**

Bu hipotez test edilirken 889 veri için Legionella bakterisi araştırması yapılmış olan suların özelliği sıcak ve soğuk grup olarak tanımlanmıştır. İlgili hipotez testi için SPSS programında hazırlanan Wilcoxon-Mann-Whitney testi testi sonuçları Çizelge 5.19' de gösterilmiştir (α = 0,05 anlamlılık düzeyi).

Çizelge 5.19. 5. Hipotez için Wilcoxon-Mann-Whitney Testi Sonuçları

	Koloni
Mann-Whitney U Değeri	66975,500
Wilcoxon W Değeri	86085,500
Z Değeri	-0,497
Asymp. Sig. (Asymptotic significance)	0,619

Grup Değişkeni: Suyun Özelliği

Burada Asymp. Sig. Değeri = 0,619 > 0,05 anlamlılık düzeyinden olduğu için H_0 kabul edilmiştir. Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından incelendiğinde 889 veri için suyun özellikleri gruplarının ortalamaları arasında fark ortaya çıkmamıştır.

Hipotez testlerinin sonuçları **EK1**'de daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

5.2.3. Korelasyon Analizi

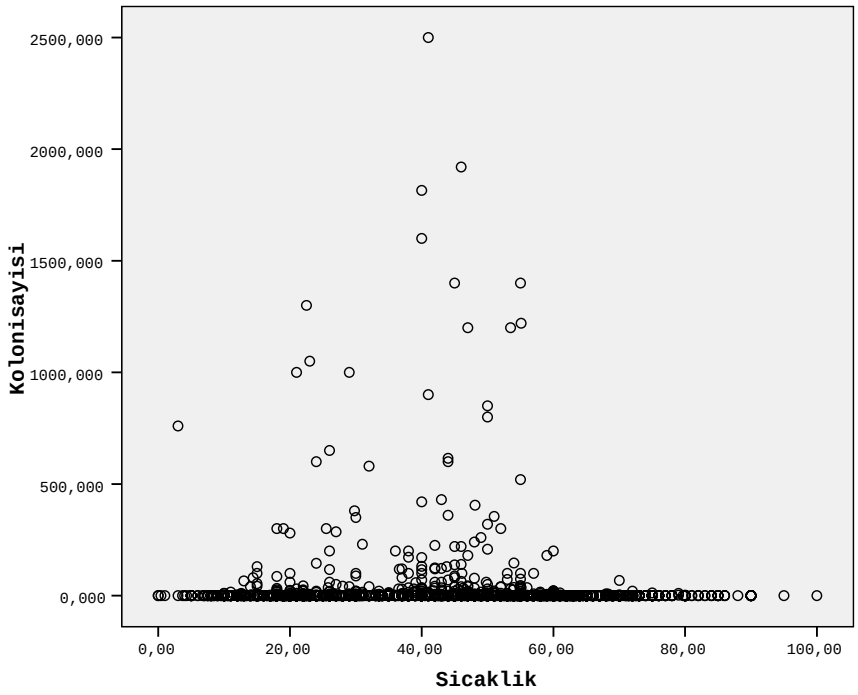
Legionella bakterilerinin kaydedilen verilerinde yer alan sayısal verilerden sıcaklık ve klor miktarlarının Legionella bakterisi koloni sayısı arasındaki korelasyonları ayrı ayrı incelenirken sıcaklık ve klor miktarı verilerinin dağılımı normal dağılıma uymadığından dolayı Spearman korelasyonu kullanılması gerekmektedir.

Kayıtlı tutulmuş olan verilerin sıcaklık ve Legionella bakterisi koloni sayısı arasındaki korelasyona bakıldığında;

Çizelge 5.20. Sıcaklık ve Koloni Sayısı Arasındaki Korelasyon Değerleri

			Sıcaklık	Koloni Sayısı
Spearman's rho	Sıcaklık	Korelasyon Katsayısı	1,000	-0,063
		Significant Değeri	.	0,196
	Koloni Sayısı	Korelasyon Katsayısı	-0,063	1,000
		Significant Değeri	0,196	.

Sıcaklık ve koloni sayısı arasında çok düşük, negatif yönlü ve anlamlı olmayan bir ilişki görülmektedir. Significant değeri % 5 anlamlılık düzeyinden büyük (Sig.= 0,196) olduğu için aradaki ilişki anlamlı değildir. Bu ilişki serpilme diyagramı yardımıyla Şekil 5.8.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.8. Sıcaklık Koloni Sayısı Arasındaki İlişki

Şekil 5.8.'den de görüldüğü üzere sıcaklık ve koloni sayısı arasında anlamlı olmayan bir ilişki bulunmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmalarda Legionella bakterilerinin üremesi ile sıcaklık arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir (Çotuk, 1998; Türetgen, 1998; Zeybek,). Ancak bizim çalışmamızda ise sıcaklık ve Legionella bakterilerinin koloni sayısı arasında ilişki çıkmamıştır. Bunun nedeni Legionella bakterisi verilerinin hepsinde sıcaklık ve klor miktarlarının tamamının tutulmamış olmasının ve koloni sayısını etkileyen diğer faktörlerinde göz önünde bulundurulmamasının büyük bir etkisi olduğu düşünülmektedir.

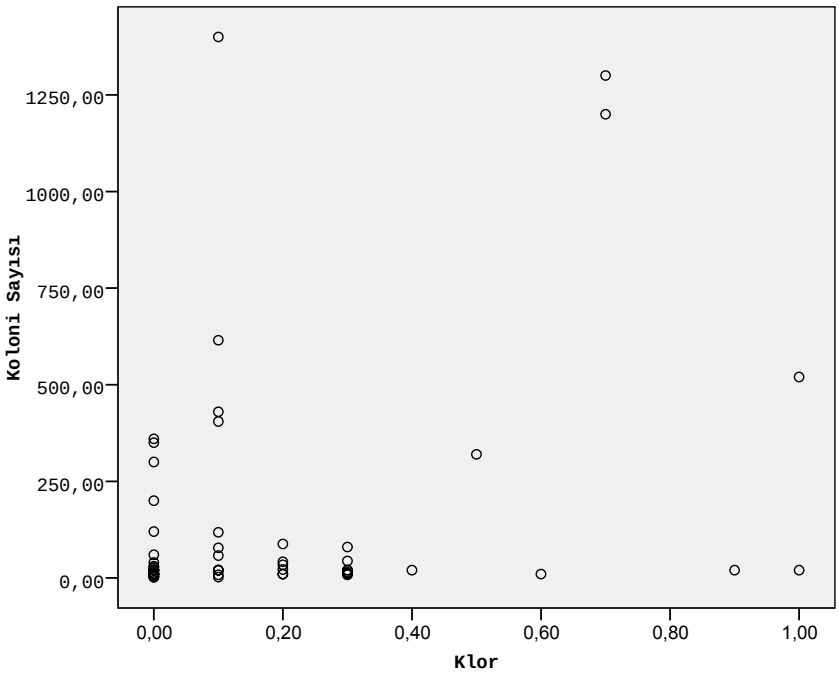
Klor miktarı ve Legionella bakterisi koloni sayısı arasındaki ilişki ise Çizelge 5.21' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21. Klor Miktarı ve Koloni Sayısı Arasındaki Korelasyon Değerleri

			Klor	Koloni Sayısı
Spearman's rho	Klor	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,234
		Significant Değeri	.	0,067
	Koloni Sayısı	Korelasyon Katsayısı	0,234	1,000
		Significant Değeri	0,067	.

Klor miktarı ve koloni sayısı arasında küçük düzeyde, pozitif ve anlamlı olmayan bir ilişki görülmektedir. Significant değeri % 5 anlamlılık düzeyinde büyük olduğu için aradaki pozitif ilişki anlamlı değildir. Yani Legionella koloni sayısındaki artış veya azalış, klor miktarındaki artış veya azalışa az da olsa bağımlıdır. Nitekim daha önce yapılmış olan bazı çalışmalarda da klor miktarı ile Legionella bakterisinin üremesi arasında ilişki olduğu saptanmıştır (Zeybek, 2002). Ancak koloni sayısını etkileyebilecek diğer faktörlerinde dikkate alınması gerekmektedir.

Aradaki ilişkinin serpilme diyagramına bakacak olursak;



Şekil 5.9. Klor Miktarı ve Koloni Sayısı Arasındaki İlişki

Şekil 5.9.'dan da görüldüğü gibi ilişki anlamlı değildir.

5.2.4. SOM (Self Organizing Maps) Analizi

SOM analizi çalışmasında toplam 7175 adet veriden sadece 721 tanesinde koloni sayısı oluşmuştur. Bu verilerde yer alan giriş vektörleri; yıllar, bina sınıfı, iller, örneklem noktaları ve koloni sayısı risk düzeyleridir.

İncelenen 721 adet verinin giriş vektörleri şu şekildedir:

Yıllar: 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008,

Bina Sınıfları: apartotel, fabrika-işletme, hastane, misafirhane, otel, tatil köyü, termal tesis,

İller: Adana, Afyon, Ankara, Antalya, Aydın, Bolu, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İstanbul, İzmir, Kırıkkale, KKTC, Konya, Malatya, Mardin, Muğla, Nevşehir, Şanlıurfa,

Örneklem Noktaları: air condition sistem (klima) suyu, artezyen, boyler (kazan), buz makinası, chiller (soğutucu), duş başlığı, funcoil (ısıtma-soğutma sistemi), hamam, sanayi tipi havuz, termal havuz, hidrofor, kollektör, kule suyu, musluk, nemlendirici, soğutma kulesi, depo tankı, termal su, sauna,

Koloni sayısı risk düzeyleri: Çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek.

Daha sonra veriler önce normalleştirilmiş veriler daha sonra grafiklere aktarılırken tekrar denormalize edilmiştir. Normalleştirme yapılırken veriler 0 ve 1 arasında normalleştirilmiştir. Normalize edilmiş Legionella verilerine, Kohonen harita ağı MATLAB yazılımı SOM Toolbox ile birlikte kullanılarak uygulanmıştır. Verilerin kümelenmiş hali 20x20 nöron hücresi üzerinde gösterilmiştir. Bunun yanı sıra insan yapısı su sistemlerinde Legionella bakterilerinin insan sağlığı açısından değerlendirilmesi için oluşturabileceği riskler derecelendirilmiş olan Çizelge 5.22.'deki risk düzeyleri kullanılmıştır.

Çizelge 5.22. SOM için Legionella Bakterisi Koloni Sayısının Risk Düzeyleri (Barbaree, 1993)

Legionella Koloni sayısı (cfu/ml)	**Risk Düzeyi**
>10000	Çok yüksek
1000-10000	Yüksek
100-999	Orta
10-99	Düşük
<10	Çok Düşük

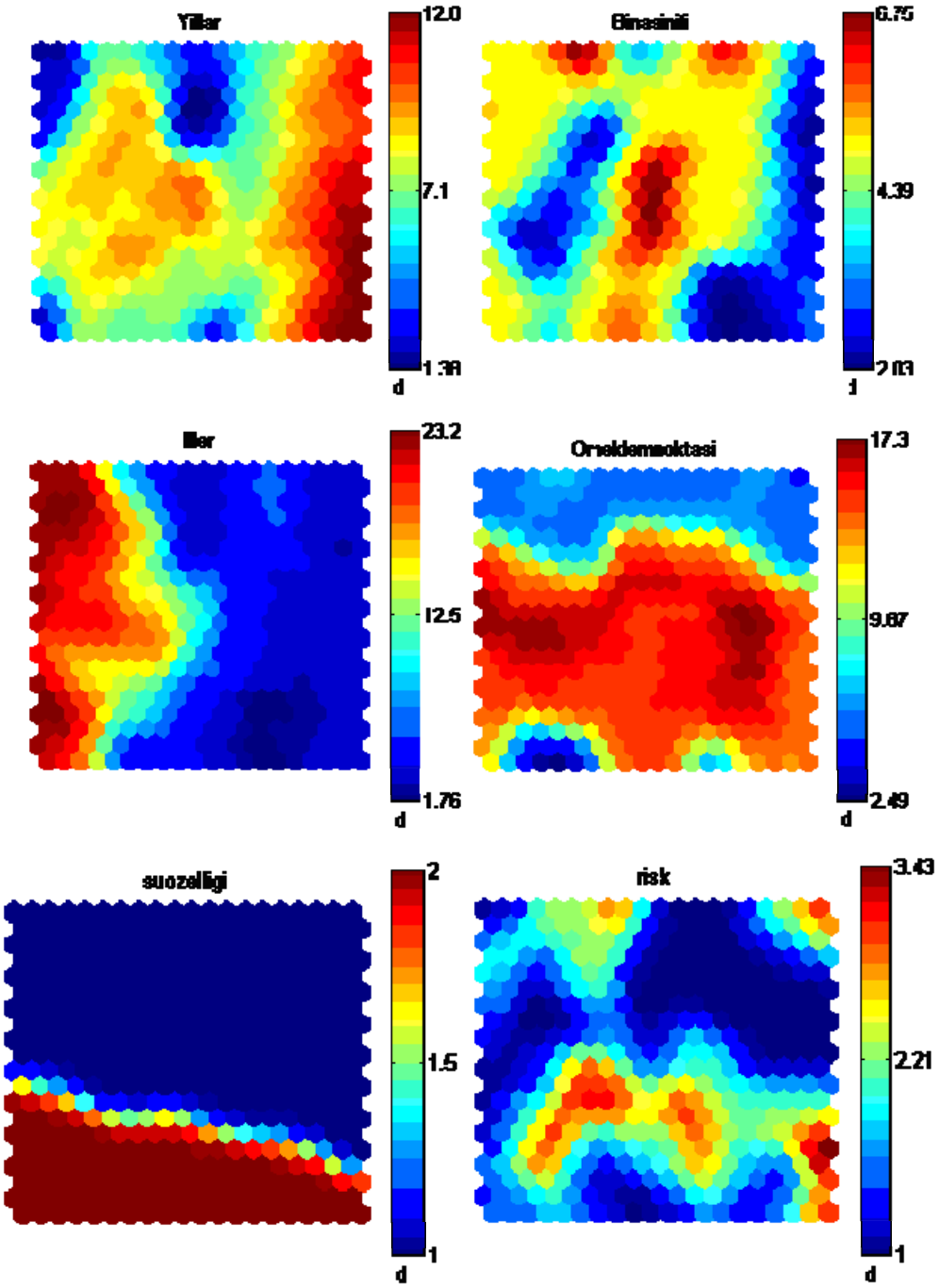
Veriler MATLAB programında incelenirken şu şekilde kodlanmıştır:

Yıllar	Bina Sınıfları	İller	
1995 → 1 1996 → 2 1997 → 3 1999 → 4 2000 → 5 2001 → 6 2002 → 7 2003 → 8 2004 → 9 2005 → 10 2006 → 11 2007 → 12 2008 → 13	Apartotel → 1 Fabrika-işletme → 2 Hastane → 3 Misafirhane → 4 Otel → 5 Tatil köyü → 6 Termal tesis → 7	Adana → 1 Afyon → 2 Ankara → 3 Antalya → 4 Aydın → 5 Bolu → 6 Bursa → 7 Çanakkale → 8 Çankırı → 9 Çorum → 10 Denizli → 11 Diyarbakır → 12 Eskişehir → 13	Gaziantep → 14 Hatay → 15 İstanbul → 16 İzmir → 17 Kırıkkale → 18 KKTC → 19 Konya → 20 Malatya → 21 Mardin → 22 Muğla → 23 Nevşehir → 24 Şanlıurfa → 25

Örneklem Noktası		
Klima suyu → 1 Artezyen → 2 Boyler → 3 Buz makinası → 4 Chiller → 5 Duş başlığı → 6 Funcoil → 7	Hamam → 8 Sanayi tipi havuz → 9 Termal havuz → 10 Hidrofor → 11 Kollektör → 12 Kule suyu → 13	Musluk → 14 Nemlendirici → 15 Soğutma kulesi → 16 Depo tankı → 17 Termal su → 18 Sauna → 19

Suyun Özelliği	Risk Düzeyleri
Sıcak → 1 (20 ^{o}C den yüksek sıcaklık) Soğuk → 2 (20 ^{o}C ve 20 ^{o}C den düşük sıcaklık)	Çok Düşük → 1 Düşük → 2 Orta → 3 Yüksek → 4 Çok yüksek → 5

13 yılda, 25 farklı ilden, 7 farklı bina sınıflarından, 19 adet örneklem noktasından alınan sıcak ve soğuk özellikteki toplam 721 adet örneklemle yapılan SOM Analizinin sonucu Şekil 5.10.'da gösterilmiştir. Yapılan SOM analizi sonuçları SPSS 15.0 paket programında oluşturulan çapraz tablolarla karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.10. Toplam 721 Örneklem İçin Yapılan Kümeleme

Çizelge 5.23'de SPSS 15.0 paket programında suyun özelliği ile risk düzeyleri için oluşturulan çapraz tablo yer almaktadır.

Çizelge 5.23. Suyun Özelliği ile Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo

			Risk					Toplam
			Çok Düşük riskli	Düşük riskli	Orta riskli	Yüksek riskli	Çok Yüksek riskli	Çok Düşük riskli
Suyun Özelliği	Sıcak	Sayı	305	157	55	10	1	528
		% Kendi içinde	57,8%	29,7%	10,4%	1,9%	,2%	100,0%
		% Risk içinde	78,8%	67,4%	66,3%	58,8%	100,0%	73,2%
		% Toplam içinde	42,3%	21,8%	7,6%	1,4%	,1%	73,2%
	Soğuk	Sayı	82	76	28	7	0	193
		% Kendi içinde	42,5%	39,4%	14,5%	3,6%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	21,2%	32,6%	33,7%	41,2%	,0%	26,8%
		% Toplam içinde	11,4%	10,5%	3,9%	1,0%	,0%	26,8%
Toplam		Sayı	387	233	83	17	1	721
		% Kendi içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%
		% Risk içinde	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% Toplam içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%

Çizelge 5.24'te SPSS 15.0 paket programında bina sınıfı ile risk düzeyleri için oluşturulan çapraz tablo yer almaktadır.

Çizelge 5.24. Bina Sınıfları ile Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo

			risk					Toplam
	Bina sınıfı		çok düşük riskli	düşük riskli	orta riskli	yüksek riskli	çok yüksek riskli	çok düşük riskli
	Apart Otel	Sayı	1	3	0	0	0	4
		% Bina sınıfı içinde	25,0%	75,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	,3%	1,3%	,0%	,0%	,0%	,6%
		% Toplam içinde	,1%	,4%	,0%	,0%	,0%	,6%
	Fabrika-isletme	Sayı	47	36	20	1	0	104
		% Bina sınıfı içinde	45,2%	34,6%	19,2%	1,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	12,1%	15,5%	24,1%	5,9%	,0%	14,4%
		% Toplam içinde	6,5%	5,0%	2,8%	,1%	,0%	14,4%
	Hastane	Sayı	41	31	30	9	0	111
		% Bina sınıfı içinde	36,9%	27,9%	27,0%	8,1%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	10,6%	13,3%	36,1%	52,9%	,0%	15,4%
		% Toplam içinde	5,7%	4,3%	4,2%	1,2%	,0%	15,4%
	Misafirhane	Sayı	17	8	7	1	0	33
		% Bina sınıfı içinde	51,5%	24,2%	21,2%	3,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	4,4%	3,4%	8,4%	5,9%	,0%	4,6%
		% Toplam içinde	2,4%	1,1%	1,0%	,1%	,0%	4,6%
	Otel	Sayı	249	134	19	5	1	408
		% Bina sınıfı içinde	61,0%	32,8%	4,7%	1,2%	,2%	100,0%
		% Risk içinde	64,3%	57,5%	22,9%	29,4%	100,0%	56,6%
		% Toplam içinde	34,5%	18,6%	2,6%	,7%	,1%	56,6%
	Tatil Koyu	Sayı	10	4	1	0	0	15
		% Bina sınıfı içinde	66,7%	26,7%	6,7%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	2,6%	1,7%	1,2%	,0%	,0%	2,1%
		% Toplam içinde	1,4%	,6%	,1%	,0%	,0%	2,1%
	Termal Tesis	Sayı	22	17	6	1	0	46
		% Bina sınıfı içinde	47,8%	37,0%	13,0%	2,2%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	5,7%	7,3%	7,2%	5,9%	,0%	6,4%
		% Toplam içinde	3,1%	2,4%	,8%	,1%	,0%	6,4%
Toplam		Sayı	387	233	83	17	1	721
		% Bina sınıfı içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%
		% Risk içinde	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% Toplam içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%

SPSS 15.0 paket programında örneklem noktası ile risk düzeyleri için oluşturulan çapraz tablo EK2'de yer almaktadır.

SPSS 15.0 paket programında iller ile risk düzeyleri için oluşturulan çapraz tablo EK3'de yer almaktadır.

Çizelge 5.25'te SPSS 15.0 paket programında yıllar ile risk düzeyleri için oluşturulan çapraz tablo yer almaktadır.

Çizelge 5.25. Yıllar ve Risk Düzeyleri İçin Oluşturulan Çapraz Tablo

			risk					Toplam
			çok dusuk riskli	düşük riskli	orta riskli	yüksek riskli	çok yuksek riskli	çok düşük riskli
Yıllar	1995	Sayı	41	0	3	0	0	44
		% Yıllar içinde	93,2%	,0%	6,8%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	10,6%	,0%	3,6%	,0%	,0%	6,1%
		% Toplam içinde	5,7%	,0%	,4%	,0%	,0%	6,1%
	1996	Sayı	48	32	0	0	0	80
		% Yıllar içinde	60,0%	40,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	12,4%	13,7%	,0%	,0%	,0%	11,1%
		% Toplam içinde	6,7%	4,4%	,0%	,0%	,0%	11,1%
	1997	Sayı	0	3	0	0	1	4
		% Yıllar içinde	,0%	75,0%	,0%	,0%	25,0%	100,0%
		% Risk içinde	,0%	1,3%	,0%	,0%	100,0%	,6%
		% Toplam içinde	,0%	,4%	,0%	,0%	,1%	,6%
	1999	Sayı	15	0	0	0	0	15
		% Yıllar içinde	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	3,9%	,0%	,0%	,0%	,0%	2,1%
		% Toplam içinde	2,1%	,0%	,0%	,0%	,0%	2,1%
	2000	Sayı	13	8	4	1	0	26
		% Yıllar içinde	50,0%	30,8%	15,4%	3,8%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	3,4%	3,4%	4,8%	5,9%	,0%	3,6%
		% Toplam içinde	1,8%	1,1%	,6%	,1%	,0%	3,6%
	2001	Sayı	81	54	15	1	0	151
		% Yıllar içinde	53,6%	35,8%	9,9%	,7%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	20,9%	23,2%	18,1%	5,9%	,0%	20,9%
		% Toplam içinde	11,2%	7,5%	2,1%	,1%	,0%	20,9%
	2002	Sayı	24	21	6	1	0	52
		% Yıllar içinde	46,2%	40,4%	11,5%	1,9%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	6,2%	9,0%	7,2%	5,9%	,0%	7,2%
		% Toplam içinde	3,3%	2,9%	,8%	,1%	,0%	7,2%
	2003	Sayı	13	18	1	1	0	33
		% Yıllar içinde	39,4%	54,5%	3,0%	3,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	3,4%	7,7%	1,2%	5,9%	,0%	4,6%
		% Toplam içinde	1,8%	2,5%	,1%	,1%	,0%	4,6%
	2004	Sayı	44	27	16	3	0	90
		% Yıllar içinde	48,9%	30,0%	17,8%	3,3%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	11,4%	11,6%	19,3%	17,6%	,0%	12,5%
		% Toplam içinde	6,1%	3,7%	2,2%	,4%	,0%	12,5%
	2005	Sayı	52	29	10	2	0	93
		% Yıllar içinde	55,9%	31,2%	10,8%	2,2%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	13,4%	12,4%	12,0%	11,8%	,0%	12,9%
		% Toplam içinde	7,2%	4,0%	1,4%	,3%	,0%	12,9%
	2006	Sayı	24	18	8	3	0	53
		% Yıllar içinde	45,3%	34,0%	15,1%	5,7%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	6,2%	7,7%	9,6%	17,6%	,0%	7,4%
		% Toplam içinde	3,3%	2,5%	1,1%	,4%	,0%	7,4%
	2007	Sayı	20	7	7	0	0	34
		% Yıllar içinde	58,8%	20,6%	20,6%	,0%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	5,2%	3,0%	8,4%	,0%	,0%	4,7%
		% Toplam içinde	2,8%	1,0%	1,0%	,0%	,0%	4,7%
	2008	Sayı	12	16	13	5	0	46
		% Yıllar içinde	26,1%	34,8%	28,3%	10,9%	,0%	100,0%
		% Risk içinde	3,1%	6,9%	15,7%	29,4%	,0%	6,4%
		% Toplam içinde	1,7%	2,2%	1,8%	,7%	,0%	6,4%
Toplam		Sayı	387	233	83	17	1	721
		% Yıllar içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%
		% Risk içinde	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% Toplam içinde	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%

SOM analizinin sonuçları Şekil 5.10.' da gösterilmiştir. Şekil 5.10.'a ve çapraz tablolara göre şu şekilde yorumlar yapılabilir:

- Sıcak özellikteki sulardan alınan örneklem sayısı soğuk özellikteki sulardan alınan örneklem sayısından fazla görülmektedir.
- Risk değişkeninin grafiğinde en koyu renkte olan çok yüksek risk derecesine sahip örneklemin sıcak su özelliğinde olduğu görülmektedir.
- Soğuk özellikteki sulardan alınan örneklemlerin risk düzeylerinin çok düşük düzeyde, düşük düzeyde, orta düzeyde ve yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca çok düşük düzeydeki riske sahip örneklem sayısının daha çok olduğu da açıkça görülmektedir.
- 721 veriye göre belirtilen yerlerden alınan örneklemlerde çok düşük risk düzeyine sahip örneklem sayısının diğer risk düzeylerine sahip örneklem sayılarından daha çok olduğu görülmektedir.
- KKTC, Malatya, Muğla, Nevşehir illerinden alınan örneklemlerin çok düşük ve düşük düzeye sahip olduğu görülmektedir.
- Ankara, Antalya (mavi renkler) illerinden alınan örneklem sayısının tüm illere göre daha fazla olduğu ve bu illerden alınan örneklemlerin çok düşük ve düşük risk düzeyindeki örneklem sayısının diğer risk düzeylerine sahip örneklem sayılarından daha çok olduğu görülmektedir.
- Fabrika-işletme, hastane (mavi renkler) ve otellerden (sarı) alınan örneklem sayılarının diğer bina sınıflarına göre daha çok olduğu ve bu bina sınıflarından alınan örneklerin risk düzeylerinin çok düşük, düşük ve orta düzeyde olduğu görülmektedir.
- Adana, Ankara, Antalya (mavi renkler) illerinden diğer illere göre daha fazla örneklem alındığı ve bu örneklemlerin risk düzeylerinin çok düşük, düşük ve orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bu illerden alınan çok düşük risk seviyesine sahip örneklem sayısının diğer seviyelere göre daha çok olduğu görülmektedir.
- Termal su ve saunalardan (koyu kırmızı renkler) sadece sıcak özellikte örneklemler alınmış ve bu örneklemlerin risk düzeylerinin çok düşük ve düşük olduğu görülmüştür.
- 2001 (yeşil) yılında alınan örneklem sayısının diğer yıllara göre daha fazla olduğu ve bu yılda alınan örneklemlerin risk düzeylerinin çok düşük, düşük ve orta seviyede olduğu görülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu kısmında, daha önce çalışmanın amacında belirtilen analizler sonucunda ne gibi sonuçlara ulaşıldığından bahsedilmiştir. Ayrıca ileriki zamanlarda bu konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

6.1. Sonuçlar

Türkiye'nin farklı illerinden toplanmış olan veriler ile yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda en çok vaka bildirimlerinin hangi yıllarda, hangi illerde, hangi binalarda ve hangi örneklem noktalarında daha çok olduğu ortaya konmuş bu yerlerde oluşan koloni sayılarının risk durumları incelenmiştir. Farklı zamanlarda farklı yerlerden toplanan örneklemlerdeki sıcaklık ve klor ile koloni sayısı arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra kurulan hipotezlerle yıl, il, bina sınıfı, örneklem noktası ve su özelliği gruplarının koloni sayısı bakımından birbirinden farklılık gösterip göstermediği incelenmiş ve literatürde yapılmış olan bazı çalışmalar ile benzerlik ve farklılıklar ortaya konmuştur.

SOM analizi, istatistiksel olarak yapılan incelemelerin grafiksel olarak bir görünümünü ortaya koyup ve eldeki tüm faktörlerin bir arada değerlendirilerek daha iyi bir şekilde incelememize olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra farklı yer ve farklı özellikte alınan su örneklerinde Legionella bakterisinin varlığının araştırılmasında ve oluşabilecek risk durumlarının saptanabilmesinde Self Organizing Map yönteminin kullanılmasının bu alanda yapılan çalışmalara yeni bir yaklaşım getireceği düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca eldeki çok boyutlu verilerin topolojisinin iki boyuta indirgenmesi verilerin daha iyi bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır.

6.2. Öneriler

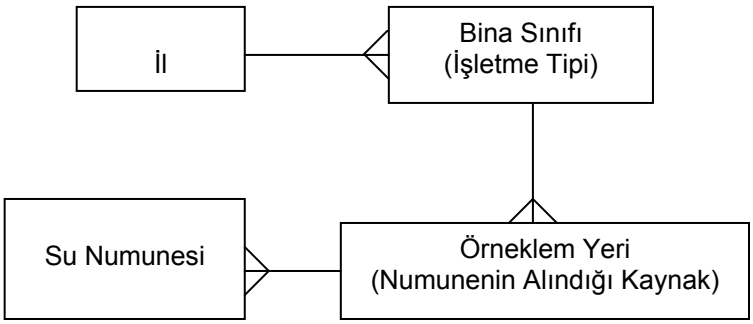
1976 yılında ortaya çıkan Lejyoner salgını sonrasında Legionella bakterileri için yapılan çalışmalarda bakterilerin hangi ortamlarda üreyebildikleri genel olarak deneysel analizlerle araştırılmış olup, bu araştırmalar hem çok maliyetli olmakta hem de oldukça zaman almaktadır. Bunun yanı sıra analiz yapılan bölgelerin küçük ve değerlendirilen faktörlerin az olmasından dolayı üreme şartları tam olarak belirlenememektedir.

Yapılan bu çalışma ile Legionella bakterilerinin koloni sayılarının hangi illerde daha çok veya az olduğu grafiksel olarak görülebilmektedir. Bunun yanı sıra illerdeki koloni düzeylerinin ne derecede riskli olduğu, hangi illerin hangi binalarında farklı örneklem noktalarındaki koloni risk düzeyleri de açıkça görülebilmektedir. Bu grafikler farklı klor miktarları ve farklı sıcaklığa sahip suyun alındığı örneklem noktalarında hangi risk düzeylerinde koloni oluşabileceği hakkında bilgi vermektedir. Bakteri tespiti için yapılan zaman alıcı ve maliyetli çalışmalar bu grafikler sayesinde hangi illerin hangi noktalarında yoğunluk olduğu saptanarak daha kısa zamanda ve daha az maliyette yapılabilecektir. Nitekim bazı dezenfeksiyon yöntemleri oldukça pahalı olduğundan hangi dezenfeksiyon yöntemlerinin hangi yerlerde kullanımının daha iyi olacağı da bu sayede belirlenmiş olacaktır.

İyi bir çalışma yapabilmek için Legionella bakterilerinin koloni sayısı ile ilişkili olan tüm faktörlerin ele alınarak, bakteri incelemesi yapılacak olan yerlerde numunenin hangi noktalardan alınacağı tespit edilmeli bunun yanı sıra verilerin düzenli tutulması sayesinde incelenecek olan bölgenin nerelerinde ne kadar yoğunlukta bakteri olabileceği önceden belirlenmelidir.

Kayıtları tutulan Legionella faktörlerinin hangilerinin üremede etkili olduğu belirlenerek bakteri sayısının miktarı genetik algoritmalar, yapay sinir ağları (SOM), bulanık mantık gibi metotlarla tahmin edilebilmektedir.

Çalışmada bakteri sayısının tahmini için bir bulanık mantık modeli önerilmiştir. Model oluşturulurken izlenecek adımlar Şekil 6.2.'de gösterilmektedir. Şekilde 6.2.'de gösterilen veritabanında, Şekil 6.1.'de gösterilen varlık ilişki diyagramı dikkate alınmalıdır.



Şekil 6.1. Legionella Verilerinin Varlık İlişki Diyagramı

Ancak bulanık mantık modelinin uygulanabilmesi için önceki çalışmalarda ayrı ayrı incelenmiş olan aşağıdaki faktörlerin tümü göz önünde bulundurulmalı, bu faktörlerden hangilerinin Legionella'nın üremesinde ilişkili olduğu araştırılmalıdır. Tüm bu faktörler alınan su numunelerinin veri tabanındaki veri sözlüğünü oluşturmaktadır.

Bunun yanı sıra illerin, bina sınıflarının ve örneklem yerlerinin veri sözlüğüne bakacak olursak:

İl için;

1. İl kodu,
2. İl adı,
3. Bulunduğu bölge,
4. Nüfusu,
5. İl sorumlusu,
6. İl sorumlusu telefon numarası

Bina sınıfları için;

1. Bina Kodu,
2. Bina adı,
3. İl kodu,
4. Bina Kapasitesi,
5. Binanın adresi,
6. Binanın telefon numarası,

7. Binanın bulunduğu ilçe,
8. Binanın bulunduğu yerin posta kodu,
9. İrtibat kurulan kişinin adı soyadı

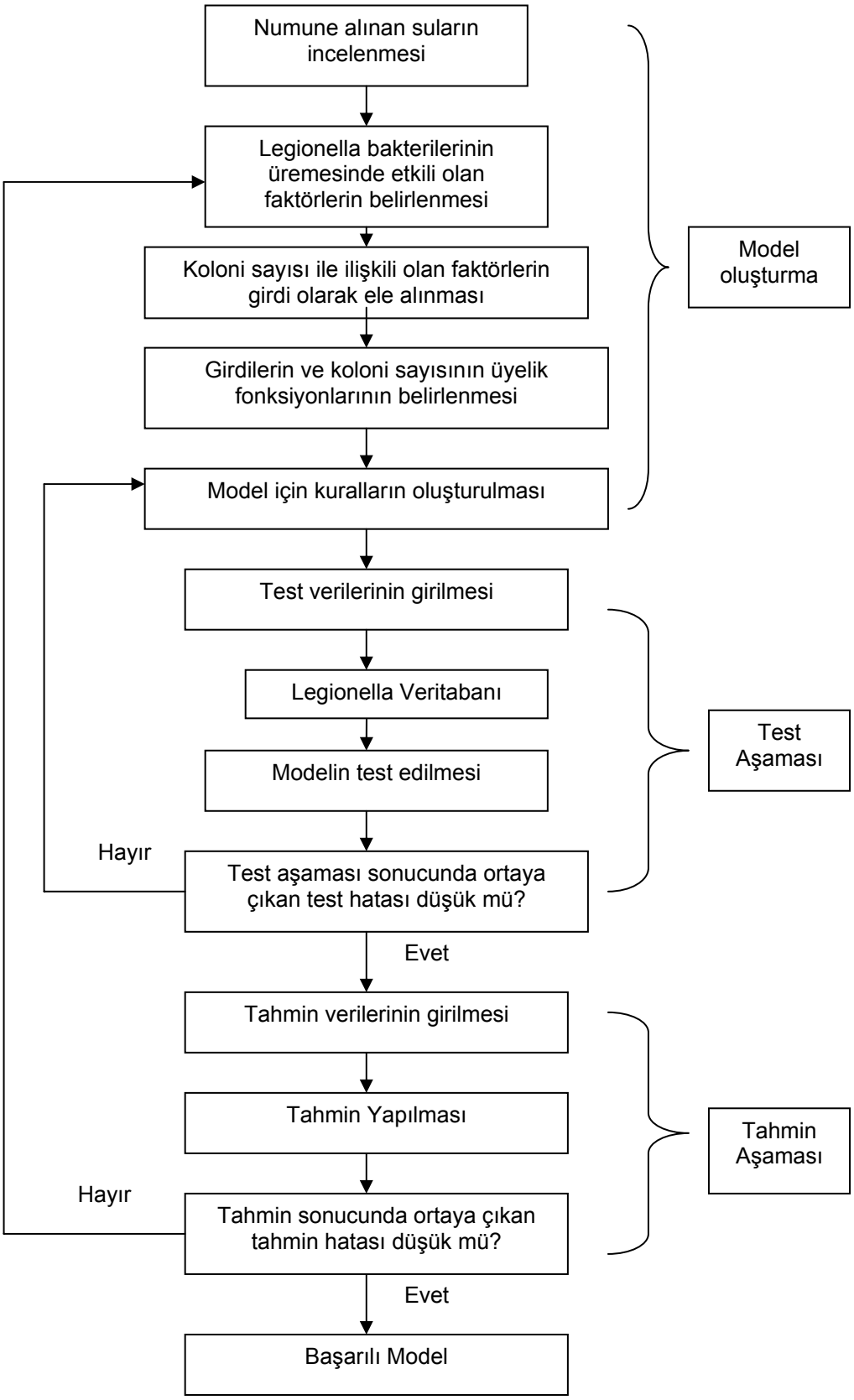
Örneklem yeri için;

1. Örneklem yeri numarası,
2. Örneklem yerinin adı,
3. Bina Kodu,

Su numuneleri örneklemleri için;

1. Örneklem Numarası,
2. Örneklem yeri numarası,
3. Sudaki Çözünmüş Oksijen miktarı,
4. Sudaki Nitrat miktarı,
5. Sudaki Bakır miktarı,
6. Toplam Bakteri sayısı,
7. Sıcaklık,
8. Sudaki Klor miktarı,
9. Sudaki Sodyum miktarı,
10. Sudaki Baryum miktarı,
11. Suyun Sertliği,
12. Sudaki Demir miktarı,
13. Sudaki Potasyum miktarı,
14. Sudaki Fosfat miktarı,
15. Sudaki Sülfat miktarı,
16. Sudaki Kalsiyum miktarı,
17. Sudaki Magnezyum miktarı,
18. Sudaki Manganez miktarı,
19. Sudaki Çinko miktarı,
20. Örneklemin alındığı yıl,
21. Örneklemin laboratuara geliş tarihi,
22. Örneklemin alındığı il,
23. Örneklemin incelenme nedeni,
24. Örneklemi alan kişi adı,
25. Bulunan Legionella bakterisinin türü,
26. Legionella bakterisinin serogrubu,
27. Bakteri koloni sayısı,
28. Laboratuar sorumlusunun adı soyadı

Daha sonra materyal metod kısmında anlatılan adımlar izlenerek bulanık mantık modeli oluşturulabilir ve farklı girdi parametreleri için tahminler yapılabilir.



Şekil 6.2. Bulanık Mantık Modeli Oluşturma Aşamaları

6.3. Sonraki Çalışmalar

Günümüzde tüm bulaşıcı hastalıkların araştırılması, bakteri sayısı tespiti, hastalığa karşı önlem alınması için yapılan tüm çalışmalar zaman alıcı ve maliyetli olmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar gösteriyor ki Lejyoner Hastalığının incelenmesinde bakteri sayısının tespiti, Lejyoner Hastalığına karşı önlem alınması, dezenfeksiyon işlemlerinin uygun zamanda ve uygun şekillerde uygulanması için araştırmaların daha sık ve daha kapsamlı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde Lejyoner Hastalığının bildirimi zorunlu hastalıklar içinde yer alması, bu hastalık için bakterinin gelişmesine yardımcı olan her türlü faktörlerin kayıt altında tutulmasını gerektirmektedir. Ancak prosedürler gereği bazı bilgilerin kayıt altına alınmasında herhangi bir yaptırım uygulanmaması, hastalık bakterilerinin üremesinde etkileyici olan faktörlerin araştırılmasında az sayıda faktörün verilerinin tutulmuş olması hastalığın incelenmesi için yeterli olmamaktadır. Özellikle bina sınıfı, örneklem yeri, suyun özelliği, daha önceden Legionella bakterisi görülme sıklığı gibi veriler ve bunun yanı sıra daha önce yapılan çalışmalarda pH, sıcaklık, toplam bakteri sayısı gibi faktörlerin Legionella koloni sayısını etkilemesinden dolayı bu verilerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınması gerekmektedir.

Bu yüzden hastalıkların incelenmesinde önce bakterilerin üremesi ve yayılımında hangi faktörlerin etkili olduğu araştırılmalı daha sonra bu faktörlerin araştırılmasında kayıt altına alınmasında herhangi bir sorunla karşılaşıldığında yaptırım uygulanmalıdır.

Bunun yanı sıra kayıt altına alınan veriler istatistiksel analizlere tabi tutularak hangi faktörün hangisiyle ne gibi bir ilişkiye sahip olduğu irdelenmeli, Legionella bakterilerinin üremesini arttıran faktörlerin etkisini azaltıcı önlemler alınmalıdır. Özellikle bakterilerin üremelerini engelleyen veya durduran dezenfeksiyon yöntemlerinin seçiminde ortam koşulları ve faktörlerin birbirleriyle olan ilişkileri büyük önem taşımaktadır.

Bu yüzden öncelikle veriler düzenli bir şekilde tutulmalı, daha sonra bakteri sayısı ile aralarında ilişki bulunan faktörler dikkate alınarak bakteri sayısının nerelerde ne kadar oluşabileceğini saptayan istatistiksel ve matematiksel yöntemler

geliştirilmelidir (genetik algoritmalar, bulanık mantık, SOM vb.). Miktar belirleme yöntemlerinden sonra elde edilen sonuçlarla illerin hangi bölgelerinden, hangi binalarından, hangi örneklem noktasından, ne tür özelliğe sahip sulardan örnek alınması gerektiği yönündeki çalışmalarda kullanılarak örnek alınacak numunenin yerinin tespit edilmesine ilişkin matematiksel modeller kurulmalı ve bu sayede hem zamandan hem de maliyetten tasarruf sağlanmalıdır. Özellikle önceden yapılan istatistiksel incelemelerin Lejyoner Hastalığının yayılımını önleme de büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Ayrıca uygulanan SOM analizlerinde veri sayısının çoğaltılması ve kümeleme yapılacak verilerin arttırılması, Legionella koloni sayısını etkileyen faktörlerin belirlenerek bu faktörlerle ilgili bilgilerin tam olarak tutulmasıyla Legionella hakkında daha iyi bilgi sahibi olunmasını ve Lejyoner Hastalığının daha iyi şekilde incelenmesini sağlayacaktır.

Bunun dışında bakterinin üremesini arttıracak koşulların belirlenmesi için üremeyi etkileyen faktörlerin verileri düzenli bir şekilde tutulmalı, Legionella bakterisi bakımından kontrolünün yapılması yasalarla zorunlu hale getirilmelidir.

Legionella bakterisi görülme oranı ne kadar düşük olursa olsun bakteriye rastlanan tüm yerler, düzenli olarak Legionella bakterisi yönünden incelenmeli, vakalar takip edilmelidir. Ayrıca Legionella görülme sıklığı yüksek olan yerlerde düzenli bir şekilde Legionella bakımı yapılmalıdır. Özellikle insan sağlığı açısından riskli bölgeler belirlenip, bu bölgelerin özelliklerine göre gereken önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

AÇIKGÖZ, Z.C., 1997. Biyofilmler. Mikrobiyoloji Bülteni, 31(3), 299-30.

AFACAN, G., YUMUK, Z., BASKIN, Y., BALIKÇI, E., 2006. Turistik Bölgelerden Alınan Su Örneklerinde Legionella Pneumophila Serogrup 2-14 Sıklığı. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 36 (4) : 214-218.

AKBAŞ, E., 2007. Lejyoner Hastalığının Önlenmesi ve Kontrolünde Hastane Su Sistemlerinin Yönetimi. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Antalya.

ATAER, H.S.K., 2001. Çeşitli Dezenfektan Maddelerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması. Doktora Tezi, I.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BARBAREE, J.M., BREIMAN, R.F., DUFOUR, R.F., 1993. Legionella Current Status and Emerging Perspectives. Page 1,3,7,4,8,9,32,199,203,217,218. ISBN 1-55581-055-1, ASM USA.

BİRTEKSÖZ, A.S., 2004. Antibiyotiklerin Legionella Pneumophila Suşlarına Karşı In Vitro Etkilerinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul.

BORELLA, P., MONTAGNA, M. T., ET AL., 2004. Legionella İnfection Risk From Domestic Hot Water. Emerging Infectious Diseases, 10(3): 457-464.

BRENNER, D.J., STEIGERWALT, A.G., MCDADE, J.E., 1979. Classification of The Legionnaires' Disease Bacterium: Legionella Pneumophila, Genus Novum, Species Nova, of The Family Legionellaceae, Familia Nova. Ann Intern Med., 90 (4):656-8.

ÇOTUK, A., ZEYBEK, Z., KİMİRAN, A., TÜRETGEN, İ., KALAÇ, Y., 1998. Farklı Binaların Su Sistemlerinde Legionella Pneumophila İzolasyonu. Kükem Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 3, Sayfa: 7-12.

DANIEL, W., 1996. Applied Nonparametric Statistics.Editör: Erkan Oktay, Ankara Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, Erzurum, s. 183.

DURRSCHMID, E., SPANNBAUER, B., STRIEDNER, G., CLEMENTSCHITSCH, BAYER, K., 1998. Optimized Data Exploration of

Recombinant Fermentations using Neural Network Simulations. 7th Intern, Conference on Computer Application in Biotechnology, Osaka.

EXNER, M., KRAMER, H.M. and PLEISCHL, S., 2002. Strategies for Prevention and Control of Legionnaires' Disease in Germany, p. 385-390.

FIELDS B.S., BENSON R.F., BESSER R.E.. 2002. Legionella and Legionnaires' Disease: 25 Years of İnvestigation. Clin Microbiol Rev, 15(3): 506-526.

FRASER, D.W., TSAI, T.R., ORENSTEIN, W., PARKIN, W.E., BEECHAM, H.J., SHARRAR, R.G., HARRIS, J., MALLISON, G.F., MARTIN, S.M., McDADE, J.E., SHEPARD C.C. ve BRACHMAN, P.S., 1977. Legionnaires' Disease: Description of An Epidemic of Pneumoniae. J Med, England, 297 (22): 1189-1197.

GAMGAM, H., 1998. Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler, Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.

GEARY, D. F., 2000. Ashrae Guıdeline 12-2000 Legionella, ASM Press, Washington D.C., 1-5581-230-9. p. 376-384.

İÇEMER, G., KARACA, H., TOPKAYA, B., 2007. Su Dağıtım Sistemleri ile Gelen Tehdit: Lejyoner Hastalığı. Antalya.

İĞNAK, Ş., 2007. İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi Su Sistemlerinde Legionella Cinsi Bakterilerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

KANTAROĞLU, Ö., 2005. Sıhhi Tesisat Sistemlerinde Lejyonella Hastalığı. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

KAYABEK, Y.. 2002a. Legionellosis, Antalya.

2002b. İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinde, Legionella İçin Monochloramine (Monokloramin) Dezenfeksiyon Yönteminin Uygulanması ve Avantajları. Antalya.

KAYABEK, C.Y., YILDIRIM, A. Ş., İNCE, F., 2005. Açık Çevrimli Soğutma Sistemlerinde (Açss) Bakım ve Dezenfeksiyon. 2005-Ulusal İklimlendirme Sempozyumu ve Sergisi, 5.Oturum, 15.Bildiri.

KATZ, S.M., HAMEL, J.M., 1987. The effect of Drying, Heat and pH on the Survival of Legionella Pneumophila. Ann. of Cli. And Lab. Sci., 17, (3).

KIM B.R., ANDERSON J.E., MUELLER S.A., GAINES W.A., KENDALL A.M., 2002. Literature Reviewefficacy of Various Disinfectants Against Legionella in Water Systems. Water Res; 36: 4433-4444.

KOHONEN, T., 1981. Automatic Formation of Topological Maps of Patterns in a Self Organizing System. Proc. 2SCIA Scand. Conf. on Image Analysis, pages 214-220.

KOHONEN, T., 2001. Self-Organizing Maps. Berlin:Springer.

KÜÇÜKÇALI, R.. 2001. Lejyoner Hastalığına Karşı Mekanik Tesisatta Alınması Gereken Önlemler. V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir.

LEEMING, K., MOORE, C.P., DENYER, S.P., 2002. The Use of Immobilised Biocides for Process Water Decontamination. International Biodeterioration& Biodegradation, 49, 39-43.

LIN, Y.E., STOUT, J.E., YU, V.L., VIDIC, R.D., 1998. Disinfection of Water Systems for Legionella. Seminars in Respiratory Infections, 13(2), 147-159.

MANIWA, K. TAGUCHI, Y., ITO, Y., MISHIMA, M., YOSHIDA, S.I., 2006. Retrospective Study of 30 Cases of Legionella Pneumonia in The Kansai Region. Japanese Society of Chemotherapy and The Japanese Association for Infectious Diseases, 12:272–276.

MARSTON, B.J., LIPMAN, H.B. ve BREIMAN, R.F., 1997. Surveillance for Legionnaires' Disease Risk Factors for Morbidity and Mortality. Arch Intern Med, 15421), 2417-2422.

McDADE, J.A., SHEPARD, C.C., FRASER, D.W., TSAI, T.R., REDUS, M.A. ve DOWDLE, W.R., 1977. Legionnaires' Disease: İsolation of A Bacterium and Demonstration of İts Role in Other Respiratory Disease. J Med, England, 297 (22), 1197-1203.

McNALLY, C., HACKMAN, B., FIELDS, B.S., PLOUFFE, J.F., 2000. Potential İmportance of Legionella Species As Etiologies in Community Acquired Pneumonia (CAP). Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 38, 79-82.

MOMBA, M.N.B., BINDA, M.A., 2002. Combining Chlorination and Chloramination Processes for the Inhibition of Biofilm Formation in Drinking Surface Water System Models. Journal of Applied Microbiology, 92, 641-648.

MYERS,J.L. AND WELL,A.D., 2003. Research Design and Statistical Analysis (2.ed.). Lawrence Erlbaum.

NAKİPOĞLU, Y., GÜRLER, B., 1998. İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesinde Kullanılan Sularda Legionella Cinsi Bakterilerin Araştırılması. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 30: 97-104.

NETER, J., WASSERMAN, W. and KUTNER, M.H., 1989. Applied Linear Regression Models. Boston:IRWIN.

OSTERHOLM, M.T., CHIN, T.D., OSBORNE, D.O., DULL, H.B., DEAN, A.G., FRASER, D.W., HAYES, P.S. and HALL, W.N., 1983. A 1957 Outbreak of Legionnaires' Disease Associated with A Meat Packing Plant. Am J Epidemiol, 117 (1), 60-67.

ÖZEROL, I.H., BAYRAKTAR, M., ÇİZMECİ, Z., DURMAZ, R., AKBAŞ, E., YILDIRIM, Z., YOLOĞLU, S., 2006. Legionnaire's Disease: A Nosocomial Outbreak in Turkey. Journal of Hospital Infection, 62, 50–57.

ÖZTEMEL, E., 2003. Yapay Sinir Ağları. İstanbul:Papatya Yayınevi.

PLOUFFE, J.F., HACKMAN, B., WEBSTER, L.R., 1983. Relationship Between Colonization of Hospital Buildings with Legionella Pneumophila and Hot Water Temperatures. Applied and Environmental Microbiology. Vol.46, Iss.3, p. 769-770.

SALYERS, A.A., WHITT, D.D., 1994. Legionnaires' Disease. Bacterial Pathogenesis. ASM, 301-305, I-55581-070-5 ISBN.

SHARMA, S., SACHDEVA, P., VIRDI, J.S., 2003. Emerging Water-borne Pathogens. Appl Microbiol Biotechnol 61, 424-428.

STAMPI, S., DE LUCA, G., FATEH-MOGHADAM, P., BUCCI S., MARIA A., CHECCHI, L., ZANETTI, F., 2000. Water Characteristics Associated with The Occurrence of Legionella Pneumophila in Dental Units. European Journal of Oral Sciences, Vol.108, Iss.1;p.22-28.

STATES, S. J., CONLEY, L. F. et al., 1985. Effects of Metals on Legionella Pneumophila Growth in Drinking Water Plumbing Systems. Applied and Environmental Microbiology 50: 1149- 1154.

STEVENS, A., 2007. West Midlands Key Health Data 2006/07. Public Health and Epidemiology ,p 68-76.

STOODLEY, P., WILSON, S., CARGO, R., PISCITELLI, C., RUPP, J.C., 2001. Detachment and other Dynamic Processes in Bacterial Biofilms, Surfaces in Biomaterials Foundation, 189-192.

STOUT, J. E., YU, V. L., et al., 1992. Legionella Pneumophila İn Residential Water Supplies: Environmental Surveillance With Clinical Assessment For Legionnaires' Disease. Epidemiology & Infection, 109: 49-57.

STOUT, J. E., MUDER, R. R., MIETZNER, S., WAGENER, M. M., PERRI, M. B., DEROOS, K., GOODRICH, D., ARNOLD, W., WILLIAMSON, T., RUARK, O., TREADWAY, C., ECKSTEIN, E. C., MARSHALL, D., RAFFERTY, M. E., SARRO, PAGE, K., J., JENKINS, R., ODA, G., SHIMODA, K. J., ZERVOS, M. J., BITTNER, M., CAMHI, S. L., PANWALKER, A. P., DONSKEY, C. J., NGUYEN, M.-H., HOLODNIY, M., YU, V. L., 2007. Role Of Environmental Surveillance in Determining The Risk of Hospital-Acquired Legionellosis: A National Surveillance Study with Clinical Correlations**,** İnfection Control and Hospital Epidemiology, Vol. 28, No. 7.

STRICKHOUSER, A.E., 2007. Legionella Pneumophila İn Domestic Hot Water Systems: Evaluation Of Detection Methods And Environmental Factors Affecting Survival. Master, Blacksburg, Virginia.

ŞANLI, N., Ö., 2004. Legionella Pneumophila Üzerine Bazı Biyositlerin Etkisi. İstanbul Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TUĞRUL H.M. LEGİONELLA TÜRLERİ. içinde SERTER D., ERTEM E., GÖKENGİN D., EDİTÖRLER. 2000. Başlıca Bakteriyel, Paraziter ve Mikotik Enfeksiyon Hastalıkları. İzmir, Nobel Tıp Kitabevleri, s. 308-312.

TÜRETGEN, İ., 1998. Soğutma Kulelerinin Suyunda Legionella Cinsi Bakterilerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.

TÜRETGEN, İ., 2005a. SU SİSTEMLERİNDE MİKROBİYAL BİYOFİLM OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.

SUNGUR, E.İ. and ÇOTUK, A., 2005b. Enumeration of Legionella Pneumophila in Cooling Towerwater Systems. Department of Biology, Faculty of Science, Istanbul University Environmental Monitoring and Assessment, 100: 53–58.

Cotuk, A., 2007. Monitoring of Biofilm-Associated Legionella Pneumophila on Different Substrata in Model Cooling Tower System. Environ Monit Assess, 125:271–279.

URAL, A., KILIÇ, İ., 2005. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. !. askı, Detay Yayıncılık, Ankara.

VONBERG R.P., ECKMANNS T., BRUDEREK J., RUDEN H., GASTMEIER P.., 2005. Use Of Terminal Tap Water Filter Systems For Prevention Of Nosocomial Legionellosis. J Hosp Infect, 60: 159-162.

VURAL T., KÖSE, E.O., 2004. Lejyoner Hastalığı ve Turizm, Ankem Dergisi 2004;18(3):184-187.

WADOWSKY, R. M., R. WOLFORD, et al., 1985. Effect of Temperature, Ph, and Oxygen Level on The Multiplication of Naturally Occurring Legionella Pneumophila in Potable Water. Applied and Environmental Microbiology 49: 1197-1205.

WİNN W.C., KONEMAN E.W., STEPHEN D.A., GARY W.P., JANDA W.M., SCHRECKENBERGER P.C., WOODS G.L.. 2006. Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology. 6th ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins.

www.ewgli.org

YAMAMOTO, H., SUGIURA, M., KUSUNOKI, S., EZAKI, T., IKEDO, M. and YABUUCHI, E., 1992. Factors Stimulating Propagation of Legionella in Cooling Tower Waer. Appl and Environ. Microbiol. Vol. 58 (4) 1394-1397.

YU V.L., 2000. LEGIONELLA PNEUMOPHILA (LEGIONNAIRES' DISEASE) (MANDEL G.L., Editor). Principles and Practice of Infectious Diseases. 5th ed. US: Churchill Livingstone, pp. 2424-2435.

ZACHEUS, O. M. AND P. J. MARTIKAINEN,1994. Occurrence of Legionellae in Hot Water Distribution Systems of Finnish Apartment Buildings. Can.J.Microbiol, 40: 993-999.

ZEYBEK, Z., ÇOTUK, A., 2002. Relationship Between Colonization Of Building Water Systems By Legionella Pneumophila And Environmental Factors. Legionella, Edited By Reinhard Marre, ASM Pres, Washington.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Adana' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Adana' da, lise öğreniminin ilk 1,5 yılını Mersin' nde, sonraki 1,5 yılını Adana' da tamamladı. 2001 yılında girdiği Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü' nden 2006 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2007 yılından başladığı Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği yüksek lisans eğitimine halen devam etmektedir.

EK1: Hipotez Testlerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması

No	Hipotez Açıklaması	Sonuç	İstatistik Tekniği	Önceki Çalışmalar	Kullandıkları Teknikler	Sonuç	Yorumlar
1	H_0: Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından yıl grupları arasında farklılık yoktur.	Red	Kruskal Wallis	Zeybek, (2000)	Frekans analizi	H_o Red Edilmiş	1995-1998 yıllarında ilk iki yıl artış görülmüş daha sonraki yılda azalma meydana gelmiştir. Son yıllardaki azalışın konunun öneminin vurgulanması ve eğitim sonucundan kaynaklandığı düşünülmektedir.
2	H_0: Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından il grupları arasında farklılık yoktur.	Red	Kruskal Wallis	Afacan, (2006)	Frekans Analizi, Deneysel Analiz	H_o Red Edilmiş	İncelenen çalışmada Ege bölgesinde turistik yerlerde daha çok Legionella bakterisine rastlanmıştır.
3	H_0: Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından Örneklem yeri grupları arasında farklılık yoktur.	Red	Kruskal Wallis	Zeybek, (2000), Afacan, (2006)	Frekans Analizi, Deneysel Analiz	H_o Red Edilmiş	Zeybek yaptığı çalışmada depodan uzaklaştıkça bakteri sayısının arttığını gözlemlemiştir. Afacan çalışmasında ise bakteri sayısının örneklem alınan yere göre değişiklik gösterdiğini söylemiştir.
4	H_0: Legionella bakterisi koloni sayısı bakımından Suyun özelliği grupları arasında farklılık yoktur.	Red	Mann Whitney	Plouffe (1983), Katz (1987), Yamamoto (1992), Türetgen (1998) Afacan (2006) Çotuk (1998)	Frekans Analizi, Deneysel Analizler	H_o Red Edilmiş	Plouffe, Katz,Yamamoto, Türetgen ve Çotuk çalışmalarında sıcak sularda daha fazla koloni oluştuğun söylemiştir. Afacan ise suyun özelliğinin bakteri sayısında etkili olduğunu söylemiştir. Ancak aradaki ilişkinin istatistiksel olarak incelenmesi gerekmektedir.

EK2: Örneklem Noktası ve Risk Düzeylerine Göre Çapraz Tablo

			risk					
			cok dusuk riskli	dusuk riskli	orta riskli	yüksek riskli	cok yuksek riskli	Total
Ornklmnoktasi	Air condition sistem suyu	Count	1	3	2	0	0	6
		% within Ornklmnoktasi	16,7%	50,0%	33,3%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,3%	1,3%	2,4%	,0%	,0%	,8%
		% of Total	,1%	,4%	,3%	,0%	,0%	,8%
	Artezyen	Count	7	3	0	0	0	10
		% within Ornklmnoktasi	70,0%	30,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,8%	1,3%	,0%	,0%	,0%	1,4%
		% of Total	1,0%	,4%	,0%	,0%	,0%	1,4%
	Boyler	Count	4	5	5	0	0	14
		% within Ornklmnoktasi	28,6%	35,7%	35,7%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,0%	2,1%	6,0%	,0%	,0%	1,9%
		% of Total	,6%	,7%	,7%	,0%	,0%	1,9%
	Buz makinasi	Count	1	2	1	0	0	4
		% within Ornklmnoktasi	25,0%	50,0%	25,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,3%	,9%	1,2%	,0%	,0%	,6%
		% of Total	,1%	,3%	,1%	,0%	,0%	,6%
	Chiller	Count	2	1	0	0	0	3
		% within Ornklmnoktasi	66,7%	33,3%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,5%	,4%	,0%	,0%	,0%	,4%
		% of Total	,3%	,1%	,0%	,0%	,0%	,4%
	Dus basligi	Count	153	64	16	3	1	237
		% within Ornklmnoktasi	64,6%	27,0%	6,8%	1,3%	,4%	100,0%
		% within risk	39,5%	27,5%	19,3%	17,6%	100,0%	32,9%
		% of Total	21,2%	8,9%	2,2%	,4%	,1%	32,9%
	Funcoil	Count	0	1	0	1	0	2
		% within Ornklmnoktasi	,0%	50,0%	,0%	50,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,4%	,0%	5,9%	,0%	,3%
		% of Total	,0%	,1%	,0%	,1%	,0%	,3%
	Hamam	Count	5	9	2	0	0	16
		% within Ornklmnoktasi	31,3%	56,3%	12,5%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,3%	3,9%	2,4%	,0%	,0%	2,2%
		% of Total	,7%	1,2%	,3%	,0%	,0%	2,2%
	Sanayi tipi havuz	Count	0	0	1	0	0	1
		% within Ornklmnoktasi	,0%	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,0%	1,2%	,0%	,0%	,1%
		% of Total	,0%	,0%	,1%	,0%	,0%	,1%
	Termal havuz	Count	3	2	2	0	0	7
		% within Ornklmnoktasi	42,9%	28,6%	28,6%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,8%	,9%	2,4%	,0%	,0%	1,0%
		% of Total	,4%	,3%	,3%	,0%	,0%	1,0%
	Hidrofor	Count	0	1	0	0	0	1
		% within Ornklmnoktasi	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,4%	,0%	,0%	,0%	,1%
		% of Total	,0%	,1%	,0%	,0%	,0%	,1%
	Kollektor	Count	9	0	0	0	0	9
		% within Ornklmnoktasi	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	2,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	1,2%
		% of Total	1,2%	,0%	,0%	,0%	,0%	1,2%
	Kule suyu	Count	2	2	0	0	0	4
		% within Ornklmnoktasi	50,0%	50,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,5%	,9%	,0%	,0%	,0%	,6%
		% of Total	,3%	,3%	,0%	,0%	,0%	,6%
	Musluk	Count	120	78	26	8	0	232
		% within Ornklmnoktasi	51,7%	33,6%	11,2%	3,4%	,0%	100,0%
		% within risk	31,0%	33,5%	31,3%	47,1%	,0%	32,2%
		% of Total	16,6%	10,8%	3,6%	1,1%	,0%	32,2%
	Nemlendirici	Count	1	0	0	0	0	1
		% within Ornklmnoktasi	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
		% of Total	,1%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
	Sogutma kulesi	Count	5	18	12	3	0	38
		% within Ornklmnoktasi	13,2%	47,4%	31,6%	7,9%	,0%	100,0%
		% within risk	1,3%	7,7%	14,5%	17,6%	,0%	5,3%
		% of Total	,7%	2,5%	1,7%	,4%	,0%	5,3%
	Depo tanki	Count	64	38	15	2	0	119
		% within Ornklmnoktasi	53,8%	31,9%	12,6%	1,7%	,0%	100,0%
		% within risk	16,5%	16,3%	18,1%	11,8%	,0%	16,5%
		% of Total	8,9%	5,3%	2,1%	,3%	,0%	16,5%
	Termal su	Count	7	5	1	0	0	13
		% within Ornklmnoktasi	53,8%	38,5%	7,7%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,8%	2,1%	1,2%	,0%	,0%	1,8%
		% of Total	1,0%	,7%	,1%	,0%	,0%	1,8%
	Sauna	Count	3	1	0	0	0	4
		% within Ornklmnoktasi	75,0%	25,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,8%	,4%	,0%	,0%	,0%	,6%
		% of Total	,4%	,1%	,0%	,0%	,0%	,6%
Total		Count	387	233	83	17	1	721
		% within Ornklmnoktasi	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%
		% within risk	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%

EK3: İller ve Risk Düzeylerine Göre Çapraz Tablo

			risk					
			cok dusuk riskli	dusuk riskli	orta riskli	yüksek riskli	cok yuksek riskli	Total
Iller	Adana	Count	9	9	4	0	0	22
		% within Iller	40,9%	40,9%	18,2%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	2,3%	3,9%	4,8%	,0%	,0%	3,1%
		% of Total	1,2%	1,2%	,6%	,0%	,0%	3,1%
	Afyon	Count	0	2	0	1	0	3
		% within Iller	,0%	66,7%	,0%	33,3%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,9%	,0%	5,9%	,0%	,4%
		% of Total	,0%	,3%	,0%	,1%	,0%	,4%
	Ankara	Count	122	58	38	7	0	225
		% within Iller	54,2%	25,8%	16,9%	3,1%	,0%	100,0%
		% within risk	31,5%	24,9%	45,8%	41,2%	,0%	31,2%
		% of Total	16,9%	8,0%	5,3%	1,0%	,0%	31,2%
	Antalya	Count	83	48	8	0	0	139
		% within Iller	59,7%	34,5%	5,8%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	21,4%	20,6%	9,6%	,0%	,0%	19,3%
		% of Total	11,5%	6,7%	1,1%	,0%	,0%	19,3%
	Aydin	Count	9	0	0	0	1	10
		% within Iller	90,0%	,0%	,0%	,0%	10,0%	100,0%
		% within risk	2,3%	,0%	,0%	,0%	100,0%	1,4%
		% of Total	1,2%	,0%	,0%	,0%	,1%	1,4%
	Bolu	Count	2	0	0	0	0	2
		% within Iller	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,5%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
		% of Total	,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
	Bursa	Count	27	20	3	1	0	51
		% within Iller	52,9%	39,2%	5,9%	2,0%	,0%	100,0%
		% within risk	7,0%	8,6%	3,6%	5,9%	,0%	7,1%
		% of Total	3,7%	2,8%	,4%	,1%	,0%	7,1%
	Canakkale	Count	2	0	0	0	0	2
		% within Iller	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,5%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
		% of Total	,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
	Cankiri	Count	0	1	2	0	0	3
		% within Iller	,0%	33,3%	66,7%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,4%	2,4%	,0%	,0%	,4%
		% of Total	,0%	,1%	,3%	,0%	,0%	,4%
	Corum	Count	3	2	0	0	0	5
		% within Iller	60,0%	40,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,8%	,9%	,0%	,0%	,0%	,7%
		% of Total	,4%	,3%	,0%	,0%	,0%	,7%
	Denizli	Count	7	4	2	0	0	13
		% within Iller	53,8%	30,8%	15,4%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,8%	1,7%	2,4%	,0%	,0%	1,8%
		% of Total	1,0%	,6%	,3%	,0%	,0%	1,8%
	Diyarbakir	Count	2	0	0	0	0	2
		% within Iller	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,5%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
		% of Total	,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	,3%
	Eskisehir	Count	4	8	8	1	0	21
		% within Iller	19,0%	38,1%	38,1%	4,8%	,0%	100,0%
		% within risk	1,0%	3,4%	9,6%	5,9%	,0%	2,9%
		% of Total	,6%	1,1%	1,1%	,1%	,0%	2,9%
	Gaziantep	Count	4	7	0	1	0	12
		% within Iller	33,3%	58,3%	,0%	8,3%	,0%	100,0%
		% within risk	1,0%	3,0%	,0%	5,9%	,0%	1,7%
		% of Total	,6%	1,0%	,0%	,1%	,0%	1,7%
	Hatay	Count	0	2	0	0	0	2
		% within Iller	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,9%	,0%	,0%	,0%	,3%
		% of Total	,0%	,3%	,0%	,0%	,0%	,3%

	Istanbul	Count	3	7	0	0	0	10
		% within Iller	30,0%	70,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,8%	3,0%	,0%	,0%	,0%	1,4%
		% of Total	,4%	1,0%	,0%	,0%	,0%	1,4%
	Izmir	Count	6	3	3	2	0	14
		% within Iller	42,9%	21,4%	21,4%	14,3%	,0%	100,0%
		% within risk	1,6%	1,3%	3,6%	11,8%	,0%	1,9%
		% of Total	,8%	,4%	,4%	,3%	,0%	1,9%
	Kirikkale	Count	0	1	0	0	0	1
		% within Iller	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,4%	,0%	,0%	,0%	,1%
		% of Total	,0%	,1%	,0%	,0%	,0%	,1%
	KKTC	Count	25	7	6	1	0	39
		% within Iller	64,1%	17,9%	15,4%	2,6%	,0%	100,0%
		% within risk	6,5%	3,0%	7,2%	5,9%	,0%	5,4%
		% of Total	3,5%	1,0%	,8%	,1%	,0%	5,4%
	Konya	Count	5	1	0	0	0	6
		% within Iller	83,3%	16,7%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	1,3%	,4%	,0%	,0%	,0%	,8%
		% of Total	,7%	,1%	,0%	,0%	,0%	,8%
	Malatya	Count	7	8	7	2	0	24
		% within Iller	29,2%	33,3%	29,2%	8,3%	,0%	100,0%
		% within risk	1,8%	3,4%	8,4%	11,8%	,0%	3,3%
		% of Total	1,0%	1,1%	1,0%	,3%	,0%	3,3%
	Mardin	Count	1	0	0	0	0	1
		% within Iller	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,3%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
		% of Total	,1%	,0%	,0%	,0%	,0%	,1%
	Mugla	Count	52	35	0	0	0	87
		% within Iller	59,8%	40,2%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	13,4%	15,0%	,0%	,0%	,0%	12,1%
		% of Total	7,2%	4,9%	,0%	,0%	,0%	12,1%
	Nevsehir	Count	14	8	2	1	0	25
		% within Iller	56,0%	32,0%	8,0%	4,0%	,0%	100,0%
		% within risk	3,6%	3,4%	2,4%	5,9%	,0%	3,5%
		% of Total	1,9%	1,1%	,3%	,1%	,0%	3,5%
	Sanliurfa	Count	0	2	0	0	0	2
		% within Iller	,0%	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within risk	,0%	,9%	,0%	,0%	,0%	,3%
		% of Total	,0%	,3%	,0%	,0%	,0%	,3%
Total		Count	387	233	83	17	1	721
		% within Iller	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%
		% within risk	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	53,7%	32,3%	11,5%	2,4%	,1%	100,0%