

## Bazı Tahribatsız Test Yöntemleri: Karşılaştırmalı Bir Derleme Çalışması

### Some Non-Destructive Testing Methods: A Comparative Complitation Work

Okan KARA<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0001-3388-6920), Hasan ERDAL<sup>2</sup> (ORCID ID: 0000-0001-8296-0694),  
Hasan Hüseyin ÇELİK<sup>2</sup> (ORCID ID: 0000-0003-2885-0501)

<sup>1</sup> Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

#### Öz

Bu çalışmada, materyallerin kusur analizini gerçekleştirerek güvenli materyal kullanımı sağlayan tahribatsız test yöntemleri incelenmektedir. Tahribatsız test işleminde kullanılacak yöntemin, çalışma şartları açısından test edilecek materyal üzerinde uygulanabilir olması gerekmektedir. Örneğin girdap akımları yöntemi, çalışma şartları gereği ferromanyetik metalleri test edemezken, ferro olmayan metalleri test edebilmektedir. Bu şartlar göz önüne alınarak seçilen test yöntemi ile materyal düzenli aralıklarla tahribatsız muayene edilerek kusurlu materyal bölgeleri tespit edilmektedir. Bu şekilde güvenli materyal kullanımı sağlanarak büyük maddi kayıplar önlenmiş olur. Tahribatsız test yöntemlerinin bir kısmı güvenilir sonuçlar üretmesi açısından endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda manyetik kaçak akı, akustik emisyon, ultrasonik, girdap akımları ve radyografi yöntemleri bu çalışmada incelenmiştir. Yöntemlerin işleyiş prensipleri, literatürde yapılmış çalışmalar ve gerçekleştirilmiş deneyler incelenerek açıklanmıştır. Yöntemler karşılaştırmalı olarak seçilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Bu çalışma ile geniş içeriğe sahip bir derleme ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kusur tespiti, Tahribatsız Test Yöntemleri, Materyal güvenilirliği

#### Abstract

In this study, nondestructive testing methods, which sustain safe material usage are analyzed by doing defect analysis of material. Method that is used in nondestructive testing process, need to be applicable on testing material in terms of working conditions. For instance; eddy currents method can test nonferrous metals while it cannot test ferromagnetic metals because of working conditions. Considering these conditions, defective material parts are identified by examining chosen testing method and material in regular intervals. Thanks to this way, major financial losses are avoided by sustaining safe material usage. Some parts of nondestructive testing methods are widely used in industry with regard to producing dependable results. In this context, magnetic flux leakage, acoustik emission, eddy currents, and radiography methods are analyzed in this study. Methods' process principle, works that have done in literature, performed experiments are analyzed and explained. Methods are classified by regarding comperatively selected criteria. With this study, a compilation, having broad content is presented.

**Keywords:** Defect detection, Nondestructive Testing Methods, Material reliability

#### I. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik öneme sahip endüstriyel uygulamalarda kullanılan materyallerin üretim ve/veya kullanım aşamasında yapılarında oluşabilen çatlak, korozyon, gözenek büyüklüğü vb. kusur ve bozulmalar büyük maddi kayba sebep olabilmektedir. Bu kaybı önlemek için belli zaman

aralıklarında Tahribatsız Test Yöntemleri (Non-Destructive Testing Methods) ve/veya Tahribatlı Test Yöntemleri (Destructive Testing Methods) kullanılarak kusurlu materyal bölgeleri önceden tespit edilmektedir. Mikroskobik inceleme için numune alma ve numuneyi bakalite(kalıba) yerleştirme yöntemi gibi deneyler tahribatlı test yöntemi deneyleri

arasında yer almaktadır. Tahribatlı Test Yöntemleri ile test edilecek materyal çekme, bükme gibi kuvvetler uygulanarak muayene edilir. Bu fiziksel müdahaleler, materyale zarar vererek sonradan kullanılamayacak hale getirebilir. Tahribatsız testlerde ise amaç parçanın fiziksel bütünlüğünü ve kullanımını bozmadan onun kalitesini belirlemektir. Tahribatsız test yöntemiyle gerçekleştirilen işlemlerde, test edilen materyal hiçbir şekilde deforme olmamaktadır [1, 2, 3]. Tahribatsız Test Yöntemleri (TTY) çeşitli fiziksel prensiplere dayanmakta olup, farklı şartlar altında uygulanır. Tahribatsız oluşları ve tahribatlı tekniklere göre daha hızlı olmaları hemen her alanda yaygın olarak kullanılmalarını sağlamaktadır [4, 5]. TTY uygulamaları işletme anında sistemler durdurulmadan yapılabilir ve çoğu uygulamalarda sonuçlar test sırasında alınır [6]. Bu test yöntemleri düzenli aralıklarla kullanılarak gaz, yağ ve diğer kimyasal sıvıların taşınmasında önemli bir yere sahip olan boruların üzerinde oluşabilecek korozyon, çatlak gibi kusurlar önceden tespit edilmektedir. [7, 8]. Depo tankları, çelik teller, rüzgâr gücü yapıları, kompozit materyaller, tren rayı dişlileri, betonarme yapılar ve plastik materyaller gibi endüstride kullanılan materyallerin yapısal kontrolü TTY ile gerçekleştirilmektedir. Tahribatsız yöntemler bazı durumlarda birbirlerinin tamamlayıcısı olup bileşik olarak da kullanılmaktadır [6]. Girdap Akımları Testi (Eddy Current Testing) [1], Ultrasonik Test (Ultrasonic Testing) [1, 9], Akustik Emisyon (Acoustic Emission) [1, 10], Manyetik Kaçak Akı (Magnetic Flux Leakage) [11, 12, 13], ve Radyografi [2, 14] gibi endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan TTY bulunmaktadır. Silverwing, Rosen, NDT technologies, Intron plus ve Spetsneftegaz gibi TTY konusunda dünya çapında çalışmalar yapan şirketler vardır [15]. Intron plus şirketi Manyetik Kaçak Akı (MKA) ve Girdap Akımları (GA) gibi yöntemleri kullanarak çelik teller, ray dişlileri ve çelik borular üzerinde kusur tespiti gerçekleştirmektedir [16]. Silwerving şirketi ise depolama tankları, deniz araçları ve kimyasal endüstride kullanılan yağ ve gaz boruları üzerinde muayene yapılması için tahribatsız test sistemleri tasarlamaktadır. Bu sistemler Ultrasonik Test (UT), ve MKA gibi yöntemler kullanılarak tasarlanmıştır [17]. Rosen limited şirketi; UT, GA ve MKA gibi yöntemleri kullanarak kimyasal sıvı depolamada kullanılan tanklar ve teknolojik öneme sahip sıvıları taşıyan borular gibi materyallerin test edilmesi için denetim sistemleri tasarlamaktadır [18]. Spetsneftegaz şirketi, gaz ve yağ taşıyan 25,4-142,24 cm aralığındaki borular için test sistemleri geliştiren Rusya merkezli bir şirkettir. Bu şirket test sistemleri için temel olarak MKA teknolojisini kullanmıştır [19]. NTD Technologies şirketi, MKA ve diğer tahribatsız yöntemleri kullanarak oluşturduğu denetim sistemleri ile çelik teller üzerindeki korozyon ve çatlak gibi kusurları tespit etmektedir [20].

## I. KONU İLE İLGİLİ GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Hongbo Wang ve arkadaşları, gerçekleştirdikleri çalışmada, kavisli kompozit materyaller üzerinde yaygın olarak oluşabilen katman ayrılması ve kalıntı katmanlar gibi kusurların UT yöntemiyle tespit edilmesini hedeflemişlerdir. Çalışmada yürünge planlama ve hareket kontrolü teknolojilerine sahip ikiz robotlar kullanılmıştır. Sonuç olarak çalışmada, UT yönteminin, kusur algılama işlemindeki doğruluk ve verimlilik gibi parametreleri iyileştirdiği belirlenmiştir [9].

Rostami Mojtaba ve arkadaşları, MKA yöntemini kullanarak kusurların genişliğini tespit edebilmek için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Çalışmalarının ilk adımında, görüntü işleme teknolojisi tabanlı tasarlanmış MKA yöntemi ile kusurların sayısını, yerini ve yönelimini tespit etme amaçlı algoritma tasarlanmıştır. İkinci adımda ise kusurların genişliği, bir önceki adımda tespit edilmiş kusurlu bölgelerin MKA radyal akı bileşenleri kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada oluşturulan algoritmanın etkinliği ve doğruluğu, simülasyon ve deneysel işlemler ile doğrulanmıştır [21].

Azadeh Keshtgar ve Mohammad Modarres, gerçekleştirdikleri çalışmada, çatlak uzunluğu dağılımını belirlemek amacıyla Akustik Emisyon (AE) yöntemine dayalı olasılıksal bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada, AE tabanlı çatlak deneyleri, AE sayım oranları ve çatlak büyüme oranları arasındaki ilişki sonuçlarını kullanarak yüklenme oranı etkisi hesaplanmıştır. Sonuç olarak çalışmada, AE sayım oranları modeline dayalı çatlak büyüme tahminleri ve gerçek çatlak büyüme oranlarının birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir [22]. AE test yöntemi konusunda gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Liying Sun ve arkadaşları, AE sinyalleri ile boru materyali üzerinde oluşan mikro çatlaklar arasındaki ilişkiyi belirlemeyi hedeflemişlerdir [8].

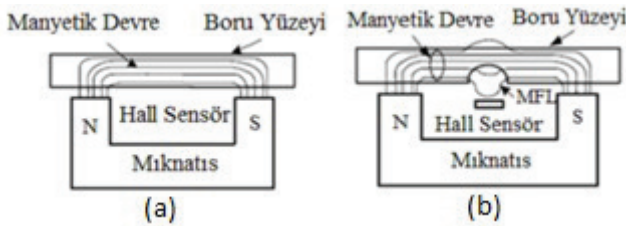
Yu Zou ve arkadaşları gerçekleştirdikleri çalışmada, GA sinyalleri üzerine etki eden faktörleri araştırmışlardır. Test edilen materyalin elektriksel iletkenliği ve manyetik geçirgenliği gibi niteliklerin, GA sistemi ile elde edilen manyetik akı yoğunluğu sinyalleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. İletkenlik değişmezliği (conductivity invariance) olgusunu araştırmışlar ve bu olguyu manyetik geçirgenlik ölçümü için önermişlerdir [23].

Ali Akın Akay ve arkadaşları gerçekleştirdikleri çalışmada, tozaltı ark kaynağıyla birleştirilmiş materyallerin yüzeyindeki ve yüzey altındaki kusurların belirlenebilmesi için radyografik muayene tekniğini kullanmışlardır [2].

## I. TAHRİBATSIZ TEST YÖNTEMLERİ

### 3.1 Manyetik Kaçak Akı (MKA) Testi

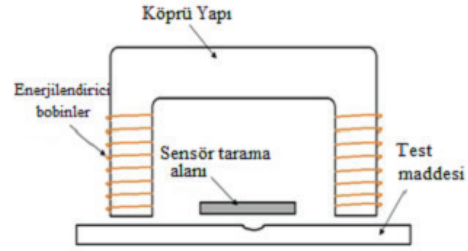
MKA yöntemi ferromanyetik materyallerin yüzey tarama şeklinde test edilmesi sağlayan tahribatsız bir test yöntemidir. Bu yöntem ile test edilen materyalin 3D manyetik alan görüntülenmesi yoluyla yüzey/yüzey altı korozyon ve çatlakların tespiti sağlanabilmektedir. MKA yönteminde ferromanyetik materyalin test bölgesine manyetik alan uygulanarak doyuma ulaştırılması sağlanır. Bu etki altındaki materyalin kusurlu bölgelerinde manyetik akılar yön değiştirerek kaçak akılara neden olmaktadır. Test bölgesinde oluşan kaçak akılar, bir dizi manyetik hall-effect sensörler ile algılanarak kusurların biçim ve nitelikleri tespit edilir. MKA yönteminin başarısı, test yüzeyini manyetik doyum noktasına ulaştıracak akı şiddetinin uygunluğuna bağlıdır. Öyle ki, doyum noktasının altında veya üstünde etki oluşturan bir manyetik akı seviyesi, kaçak akıların zayıflamasına yol açarak kusurların algılanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ek olarak, MKA yönteminin tek tarama ile elde edilecek yüzey algılama çözünürlüğü, kullanılan sensörlerin fiziksel boyutlarına bağlıdır. Daha yüksek çözünürlük için sensörler arası boşlukları hedefleyen ilave tarama işlemlerine ihtiyaç duyulur [11, 21, 24]. MKA test sisteminin temel bileşenleri manyetik akıyı oluşturan doğal veya yapay mıknatıs ile kaçak akıları ölçen sensörden oluşmaktadır. Bu manyetik akı sensörü köprü şeklindeki manyetik akı düzeneğinin ortasına yerleştirilmektedir. Şekil 1’de doğal mıknatıs ile oluşturulan MKA sistem yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Üzerinde kusur bulunmayan materyal için MKA sistem davranışı (a), Üzerinde kusur bulunan materyal için MKA sistem davranışı (b) [12]

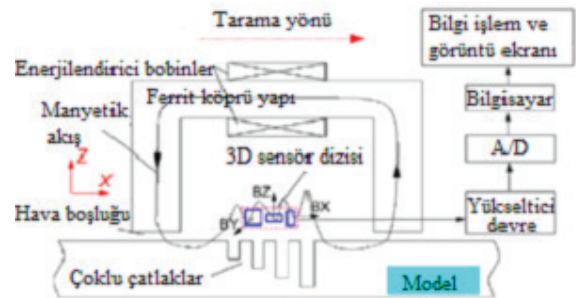
Şekil 1(a)’da üzerinde herhangi bir kusur bulunmayan materyal için MKA sisteminin davranışı gösterilmiştir. Şekil 1’den anlaşıldığı gibi materyal üzerinde kusur bulunmadığından manyetik akılar materyal boyunca ilerlemiştir ve herhangi bir kaçak akı oluşma durumu gözlemlenmemiştir. Şekil 1(b)’de ise üzerinde kusur bulunan materyal için sistem davranışı gösterilmiştir. Şekil 1’(b)’de görüldüğü gibi materyalin kusurlu bölgesinde, manyetik akılar dışarıya salınım yapmakta ve bu noktada manyetik sensör ile ölçüm

gerçekleşmektedir. Şekil 2’de ise yapay mıknatıs ile oluşturulan MKA sistemi görülmektedir.



Şekil 2. Yapay mıknatıs ile oluşturulmuş MKA test sistemi [24]

Şekil 2’de gösterildiği gibi MKA sistemi yapay mıknatıs ile de oluşturulabilir. Çalışma prensibi açısından, doğal mıknatıs ile oluşturulan sistem ve yapay mıknatıs ile oluşturulan sistem arasında fark bulunmamaktadır. Yapay mıknatıslı sistem, manyetik akının ayarlanabilmesi avantajını sağlar. Bu tür bir sistem, farklı ferromanyetik materyallerin testinde kullanılabilmesi ile birlikte ek maliyet ve tasarım sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Çünkü test sistemi bir seferde taranacak yüzey genişliğinde bir dizi test modüllerinden oluşturulmaktadır. Sürekli aynı boyutlara sahip materyal testine yönelik tasarlanan sistemlerde doğal mıknatıs kullanımı yeterli olabilmektedir [1, 24, 25]. MKA sisteminde kusurlu bölgede oluşan kaçak akının varlığı tek bir sensör ile algılanabilir. Ancak kusur niteliği hakkında daha fazla bilgi almak için çoklu sensör kullanımı yaygındır. Çünkü kusur nedeniyle oluşan akı saçılması, kusur niteliğine bağlı olarak x, y ve z doğrultularında farklı şiddetlerde bileşenleri oluşturur. Bu bileşenleri algılamak üzere fiziksel yerleşimleri farklı 3 sensörlü MKA sistemi ilk kez Yunlai Gao ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir [25]. 3D-MKA sistemi denilen bu yapı ile materyal yapısındaki çatlak ve bozulmaların genişliği, derinliği ve yönelimi gibi ayrıntılar da ölçülebilmektedir [26]. Şekil 3’de 3D MKA sisteminin yandan görünüşü görülmektedir.



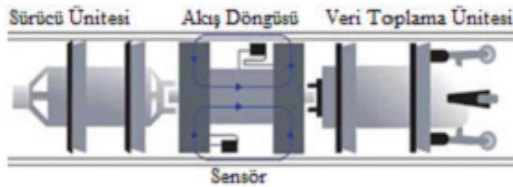
Şekil 3. 3D MKA sistemi yandan görünüşü [25]

Şekil 3’de gösterilen 3D sistem yapay mıknatis ile oluşturularak demiryolu rayları üzerindeki korozyon ve çatlakların belirlenmesinde kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre kaçak akının x bileşeninin çatlaklar üzerinde, y bileşeninin çatlak uç noktalarında ve z bileşeninin ise çatlağın boylamasına iki kenarında etkin değerler ürettiği belirlenmiştir. Bu şekilde çatlak biçimleri ve yönlerini belirlemede başarılı sonuçlar sağlamakla birlikte 3 sensörün fiziksel boyutları nedeniyle çözünürlüğün azaldığı gözlemlenmiştir. Bu etkiye paralel olarak yakın çatlakların tek bir çatlak gibi algılandığı ve çatlak derinliğinin belirlenmesinde çok etkili olunmadığı tespit edilmiştir [25].

MKA test yöntemi endüstriyel olarak aşağıdaki alanlarda yaygın kullanım alanına sahiptir:

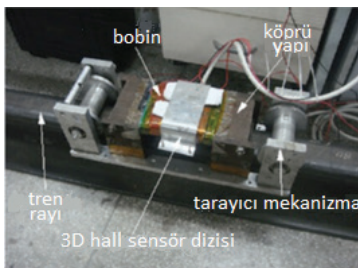
- Gemi sanayiinde sacların muayenesi
- Geniş çaplı petrol ve gaz borularının periyodik muayenesi
- Çelik teller ve demir yolu rayları
- Yüksek hacimli petrol, gaz vb. tanklar.

MKA, boru materyal yüzeyi için korozyon ölçümünde kullanılan en yaygın test yöntemidir [12]. Şekil 4’de, MKA yönteminin geniş çaplı borular üzerindeki uygulaması gösterilmektedir.



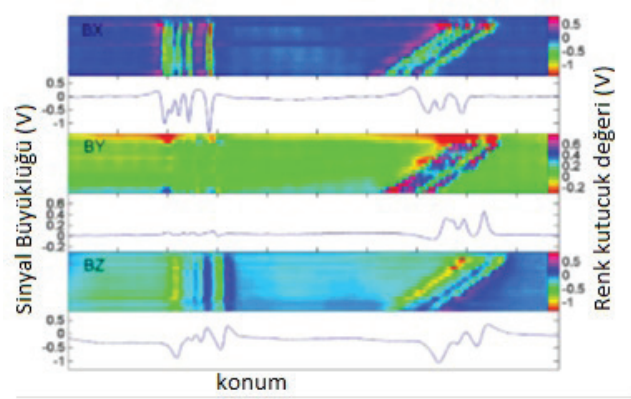
Şekil 4. Boru materyal yüzeyi test sistemi [12]

Şekil 4’de gösterilen MKA uygulamasına MKA detektörü (MKA\_PIG) adı verilmiştir. Bu yaklaşımda oluşturulan mobil MKA sistemi, boru materyali içerisinde ilerleyerek yüzey taraması gerçekleştirir. Test süresince ölçülen veriler sonradan değerlendirilmek üzere veri toplama ünitesinde kaydedilir [12]. Yunlai Gao ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği deney düzeneği fotoğrafı Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Oluşturulan MKA düzeneği [24]

Şekil 5’de gösterilen 3D MKA sistemi, demir yolu rayı üzerindeki korozyon ve çatlakları belirlemek için kurulmuştur. Sistem bileşenlerinden köprü yapısı, pres edilmiş silikon çelikten yapılmıştır. 2000 sarımlık manyetik sistem, 0,5 mm kalınlığındaki kablo ile 1 amper akım akıtılarak beslenmiştir. Manyetize edici köprü yapısı; 240 mm uzunluğunda, 90 mm genişliğinde ve 90 mm yüksekliğindedir. İki kutup arasındaki iç uzaklık 150 mm’dir. Oluşturulan sistemin deney sonuçları Şekil 6’da gösterildiği gibidir [25].



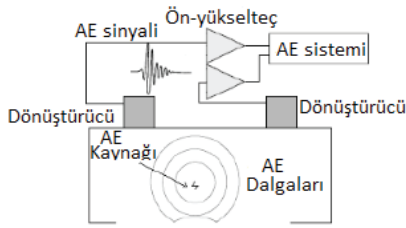
Şekil 6. 3D MKA sistem cevabı [25]

Şekil 6’da tren yolu rayı üzerinde oluşturulmuş yapay çatlaklar üzerinde gerçekleştirilen çalışmanın sonucu gösterilmiştir. Sensörler 0,5 mm yerden yükseklik (lift off) değerine sahiptir. En hassas test sonucunu sensör bx bileşeni vermiştir. Bx bileşeninin çatlak üstünde, by bileşeninin çatlak köşeleri etrafında, bz bileşeninin ise çatlağın iki kenarında yüksek akı değerleri gösterdiği saptanmıştır. Çatlaklardaki akıların birleşmesinden ve sensörlerin boyutsal çözünürlüğünden kaynaklanan sorunlardan dolayı birbirine çok yakın çatlaklar tek bir çatlak gibi algılanmıştır. Sonuç olarak çalışmada, MKA yönteminin çatlakların biçimlerini ve yönlerini belirlemede başarılı olduğunu ancak çatlak derinliği belirleme konusunda, sensörlerin boyutsal limitlerinden dolayı yüksek derecede etkili olmadığı tespit edilmiştir [25].

### 3.2 Akustik Emisyon (AE) Testi

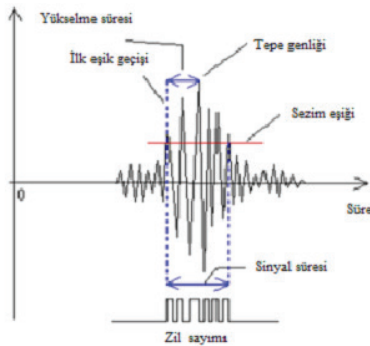
Akustik Emisyon (AE) yöntemi, test edilen materyali güvenilirlik ve yapı bütünlüğü açısından kontrol etmemizi sağlayan önemli bir tahribatsız test yöntemidir [8]. Bu yöntemde, yük ve basınç altında tutulan parçalardaki bozulmaların ürettiği elastik ses dalgaları, akustik sensörler tarafından algılanarak işlem yapılır. Akustik sensörler yüksek frekans değerine sahip sinyalleri yakalamak için kullanılan devre elemanlarıdır. Bu sensör çeşidi, yüksek frekans dalgalarını dinleyerek AE dalga formlarına dönüştürerek sinyallerin

bilgisayara aktarılmasına olanak sağlar. Test edilen materyal parçasının basınç altında tutulması işleminde, parçaya yüksek frekansta ses dalgaları uygulanır. Eğer materyal, yüksek frekanstaki ses dalgaları ile basınç altında tutulmaz ise kusur tespiti yapılamaz. Bu yöntem ile materyal üzerinde oluşabilecek bozulmalar önceden algılanarak, materyal üzerinde herhangi bir bozulma olması engellenir. Metal, plastik ve beton gibi materyaller bu test yöntemi kullanılarak muayene edilebilir [1, 12]. Pasif (statik) kusurlar ve aktif kusurlar, materyal sağlığını tehdit eden kusur çeşitleridir ve AE yöntemi bu tür kusurları tespit etmede başarılıdır [27]. Şekil 7'de AE testi sistem şeması gösterilmiştir.



Şekil 7. AE test sistem şeması [8]

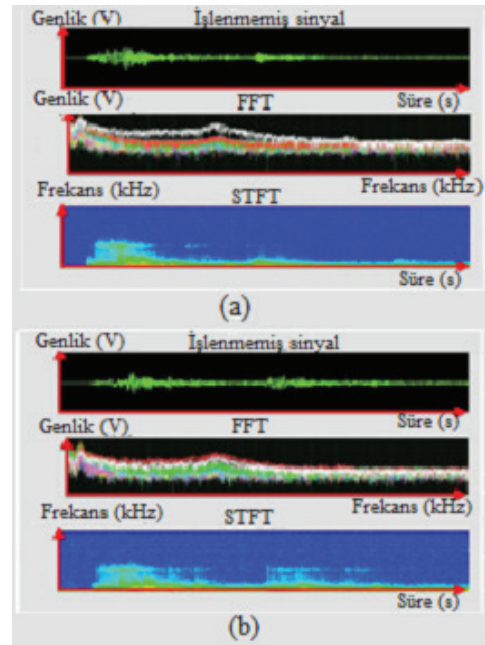
Şekil 7'de gösterildiği gibi AE kaynağı test edilen materyal üzerine dalgalar yayar. Dönüştürücüler (sensörler) tarafından algılanan veriler ön yükselteç aracılığı ile bilgisayara aktarılır. Dönüştürücüler test edilecek materyal biçimine göre uygun mekanizma ile materyal üzerinde gezdirilerek test işlemi yapılır [22]. AE test sistemi elde edilebilecek örnek sistem cevabı Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Tipik AE dalga karakteristiği [28]

Kusur bulunan materyal bölgesinde Şekil 8'de gösterildiği gibi peak oluşur, kusur bulunmayan bölgelerde ise az titreşimli dalga formu elde edilir. Bu çıktılar bilgisayarda değerlendirilerek materyalin yapısal bütünlüğü ortaya çıkarılır. Hyongi Yoo ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmada, AE teknolojisi kullanılarak otomotiv

baskı panelleri üzerindeki kusurların tespit edilmesi hedeflenmiştir. Oluşturulan deney sistemi donanım ve dijital sinyal işleme bölümü olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu sistemde AE sinyallerini analiz etmek için LabVIEW programı kullanılmıştır. Sistem donanımı; AE sensörleri, mekaniksel anahtar, sinyal yükselteci, DAQ kartı ve sinyal işleme birimi olmak üzere 5 parçadan oluşmaktadır. Test işlem frekansı 100 Khz ve örnekleme oranı 300 kS/s olması gerektiğinden dolayı analiz sistemi olarak DAQ kartı, NI 6361 seçilmiştir. Şekil 9'da oluşturulan sistem cevabı olarak elde edilen dalga formlar gösterilmiştir [29].



Şekil 9. Test edilen materyalin frekans analizi; kusursuz bölge (a) kusurlu bölge (b) [29]

Şekil 9'da gösterildiği gibi veri analizi, FFT (Fast Fourier Transform) ve STFT (Short Time Fourier Transform) dalga dönüşümü yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.3 Ultrasonik Test (UT)

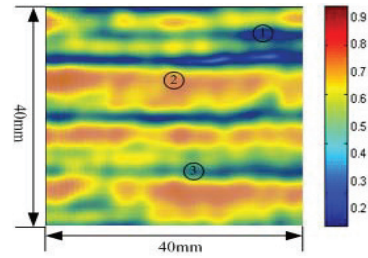
UT, bir ultrasonik ses kaynağı tarafından üretilen yüksek frekanstaki (0,1 - 20Mhz) elastik dalgaların, test edilen materyal ortamında yayılması ve bir bozulmaya çarptıktan sonra prob tarafından kaydedilmesi prensibine dayanır. Bu yöntem ile kompozit materyallerin gözenek yapısı kontrol edilerek maddenin kusurlu bölgeleri tespit edilmektedir. Kompozit maddenin gözenek yapısı ile ultrasonik dalgalardaki zayıflama arasında ilişki kurularak bu yöntem verimli şekilde kullanılır. Materyaldeki kusurların belirlenmesi, dolaylı olarak

ultrasonik dalgalarındaki zayıflamanın ölçülmesine bağlıdır. Materyale uygulanan elastik dalgaların materyal içinde yayılmaya başlamasıyla yansımalar oluşur. Bu yansıyan dalgalar prob tarafından algılanarak elektrik sinyallerine dönüştürülür ve katod ışınları tüpü ekranında materyal iç yapısının habercisi olan yankılar halinde görülür. Ekran üzerinde görülen yankıların konumları ve genlikleri hatanın bulunduğu yer ve boyutları hakkında bilgi verir. Büyük taneli yapılar ultrasonik testi zorlaştırır. Ultrasonik test sistemi; ultrasonik test birimi, hareket kontrol ünitesi, ikiz robot ünitesi ve yazılım ünitesini içermektedir. Tüm ana sistem altında çalışan alt sistem parçası mekaniksel mekanizmadır. Bu sistem parçası, tüm sistem bileşenlerinin bir arada uyumlu şekilde çalışabilmesini sağlamaktadır [1, 9]. Sistem bileşenlerinden olan su devir ünitesi, sprey test işlemi aşamasında sistem için sürekli ve istikrarlı basınç elde edilmesini sağlamaktadır. Yazılım ünitesi ise gerçek zamanlı sinyal işleme, görüntü ve veri saklanması, hareket kontrolü ve sistem yönetimi gibi büyük öneme sahip işlemleri gerçekleştirmektedir. Çalışmada kullanılan ikiz robotlarla oluşturulan test ve kontrol sistem fotoğrafı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. İki robot sistemi [9]

Şekil 10'da gösterilen mekanizmada, her bir robot kolu kavisli kompozit materyal yüzeyi boyunca dalga aktarımı veya alımı yapan mekanizmaya sahiptir. İki robot kolu kusur testi aşamasında materyalin konum değiştirmesine göre karşılıklı eş zamanlı olarak konumlarını değiştirmektedirler. Dalga iletim ve emilim işlemlerinde, karşılıklı robot kollarının aynı ekseninde olduklarından emin olunmalıdır. Şekil 11'de oluşturulan mekanizmayla gerçekleştirilen deney sonucunda elde edilen ultrasonik C-scan fotoğrafı gösterilmiştir.

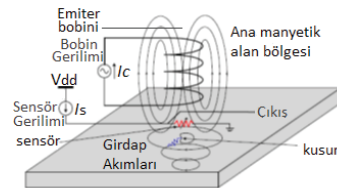


Şekil 11. Kompozit materyalin ultrasonik C-scan fotoğrafı [9]

Şekil 11'de gösterilen resimde kompozit materyalin gözenek büyüklüğü şematik olarak gösterilmiştir. Görüldüğü gibi C-scan fotoğraf 3 ana bölgeden oluşmaktadır ve bu bölgelerin renklendirilmesine göre oransal olarak materyal gözenek büyüklüğü gösterilmiştir. Sonuç olarak çalışmada, kompleks eğrisel yapıda olan kompozit maddelerin test edilmesi probleminin çözülebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, gerçekleştirilen deneyler sonucu, ikiz robotlarla oluşturulan sistem teknolojisinin, test işlemi verimliliğini ve doğruluğunu arttırdığı gözlemlenmiştir [9].

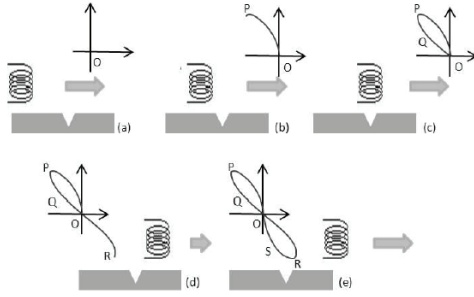
### 3.4 Girdap Akımları (GA) Testi

GA, test edilen materyalin yüzey ve yüzey altı hatalarının kontrol edilmesini sağlayan tahribatsız test yöntemlerinden biridir [30]. Elektrik iletkenliğine sahip bütün materyal ve alaşımların yapısal bütünlüğünün kontrol edilmesi bu test yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ancak ferromanyetik olmayan maddeler üzerinde daha etkindir. Alternatif akım bobini tarafından oluşturulan manyetik alanın, materyal yüzeyinde dairesel girdap akımları oluşturması sonucu materyal üzerinde bobindeki manyetik alana zıt yönde ikinci bir manyetik alan oluşur. Test edilen materyal parçası üzerinde bir bozulma varsa, bozulma olan materyal parçası ve diğer materyal parça arasındaki elektrik direnci farkından dolayı akımlar farklı yollar izleyecektir. Bu farklılık bobin veya manyetik sensör tarafından elde edilen veriler değerlendirilerek materyal test edilmiş olur [1, 31]. GA yöntemi ile materyal yaklaşık 2,5 cm'ye kadar derinliğe kadar test edilebilir. Şekil 12'de GA tahribatsız test sisteminin şematik yapısı gösterilmiştir.



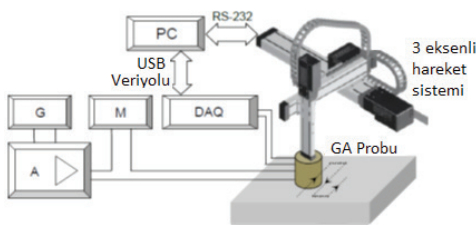
Şekil 12. Şematik GA test sistemi gösterimi [31]

Şekil 12’de gösterilen sistem materyalin tamamı üzerinde tarama işlemi yapacak şekilde hareket ettirilirse materyalin tamamı analiz edilmiş olur. Gianni D’Angelo ve arkadaşları gerçekleştirdikleri çalışmada [30], geometrik lissajous figürlerini kullanarak GA test yöntemini materyal üzerine uygulamışlardır. Şekil 13’de Lissajous figürleri ile gerçekleştirilen uygulamanın şeması gösterilmiştir.



Şekil 13. Lissajous figürleri kullanılarak elde edilen örnek GA testi şeması [30]

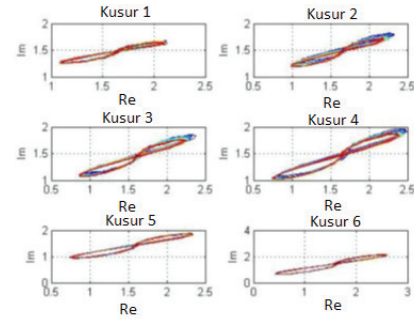
Bobin kusur bölgesinden uzak konumda bulunduğu bobinin empedansı sıfır (Şekil 13 (a)’daki O noktası), test probu soldan sağa doğru ilerleyerek kusur bölgesine yaklaştığında (Şekil 13 (b)’deki OP çizgisi) bobin empedansı OP yörüngesini izler. Bobin tam olarak kusur bölgesinin üstünde iken empedans tekrar sıfır olur (Şekil 13 (c)’deki PQO yörüngesi). Bobin kusur bölgesinden uzaklaşırken OR yörüngesi (Şekil 13 (d)’deki OR çizgisi) oluşur. Bobin kusur bölgesinden uzaklaştığında ise RSO yörüngesi oluşur ve bobin empedansı tekrar sıfır olur. Şekil 13’de görülen empedans yörüngesinin şeklini ve yönelimini; kusur profili, bobin karakteristiği ve uygulanan sinyal frekansı gibi etkenler belirlemiştir. İlgili çalışmada GA tekniği kullanılarak oluşturulan sistem şeması Şekil 14’de gösterilmiştir [30].



Şekil 14. GA teknolojisi ile oluşturulan sistemin blok diyagramı [30]

Şekil 14’de ilgili çalışmada GA tekniğini uygulayabilmek için oluşturulan sistemin blok diyagramı gösterilmiştir. Bu sistemde, Fluke 397 dalga üretici (G) 20-20 Kepko bipolar

operasyonel güç yükselticini (A) beslemektedir. Bu iki bileşen, bobin probunun güç ihtiyacını karşılayan sistem bileşenleridir. A ünitesi GA tekniği verilerinin uygun şekilde elde edilmesini sağlayan önemli bir sistem parçasıdır. Bu sistemde algılama işlemi için 4 adet algılayıcı element ile birlikte Giant manyetik direnç (Giant Magneto Resistance) wheatstone konfigürasyonu ile bobin probu altına yerleştirilmiştir. Test sisteminden alınan veriler bilgisayarda LabVIEW 7.1 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu test sistemi, üzerinde 6 farklı kusur bulunan 20cmx20cm boyutlarında ve 2 mm derinliğinde alüminyum materyal üzerinde oluşturulmuştur. Kusurlar 0,1 mm genişliğinde, 3 mm uzunluğunda ve kusur derinlikleri, 1. kusurdan 6. kusura kadar 1mm-2mm arasında 0,2 mm farkla artmaktadır [30]. Şekil 15’de bu kusurlar için oluşturulan sistemden elden edilen cevap gösterilmiştir.



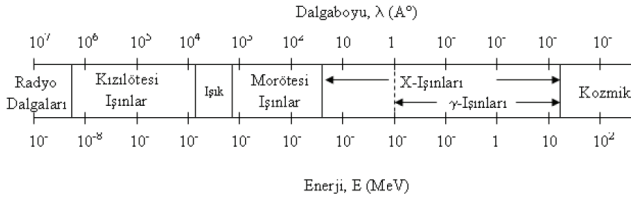
Şekil 15. 6 farklı kusur için geometrik lissajous figürleri [30]

Şekil 15’de yapay olarak oluşturulmuş kusurlar üzerinde gerçekleştirilen test sonucu gösterilmiştir. Her bir kusur çeşidi için test işlemi 20 kez tekrarlanmıştır. Öngörüldüğü gibi lissajous figürleri kullanılarak kusurları tespit etmede başarılı olunmuştur.

### 3.5 Radyografi Test Yöntemi

Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar (ışınım) pek çok materyale nüfuz edebilir. Materyale nüfuz eden ışınım, materyalin diğer tarafına konan ışınım duyarlı filmleri de etkileyebilir. Bu filmler daha sonra banyo işlemine tabi tutulduklarında test edilen materyalin iç görüntüsü ortaya çıkar. Bu görüntü materyal içindeki boşluklar veya materyal kalınlık ve yoğunluk değişkenleri nedeniyle oluşur. Materyal iç yapısının bu şekilde görüntülenmesi radyografi olarak adlandırılır. Eğer materyalin arka tarafına film yerine bir detektör konularak, materyalden geçen ışınım toplanıp bir monitöre aktarırsa bu teknik de radyoskopi olarak adlandırılır. Radyografi yönteminin yüksek bir ilk maliyeti ve araştırma yapan kişinin radyasyondan etkilenme tehlikesi vardır [1, 14, 32]. Döküm

materyallerinin tahribatsız muayenesi konusunda akla gelen en önemli yöntemlerden biri radyografik muayenedir. Şekil 16'da gösterilen x ve gama ışınları gibi yüksek enerjili elektromanyetik dalgaların; doğrusal ilerleme, zayıflama, iyonlaştırma ve nüfuz edebilme gibi özellikleri kullanılarak radyografik muayene gerçekleştirilir [33].



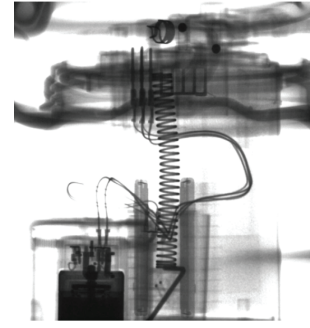
Şekil 16. Elektromanyetik dalga spektrumu [33]

Nilgün Baydoğan ve arkadaşları gerçekleştirdikleri çalışmada dijital radyografi sistemi ile polimer temelli otomobil yakıt tanklarının radyografik çekimi yapılmış ve elde edilen sonuçlar, kalite kontrolü açısından incelenmiştir. Sonuç olarak, otomobillere monte edilmek üzere son hale getirilen, her bir yakıt tankının, radyografik çekimleri yapılarak kusurlu bulunan yakıt tankları tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan taşınabilir dijital X ışını sistemi, gelişmiş teknolojiyle birçok endüstriyel çalışmanın yapılmasına olanak sağlamaktadır [14]. Şekil 17'de X-ışını tüpü ile flat panel ile ICU (image control unit) bağlantısı gösterilmiştir.



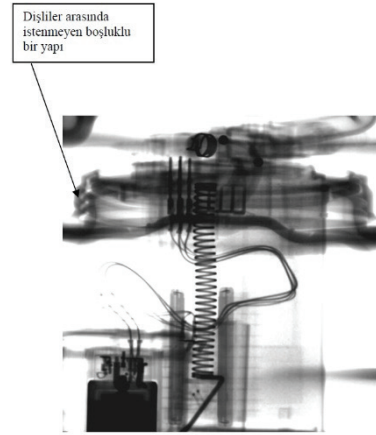
Şekil 17. X ışın tüpü Flat Panel ve ICU bağlantısı [14]

Şekil 17'de gösterilen fotoğrafta, X-ışını sistemindeki flat panelde elde edilen radyografik görüntünün ICU bağlantısı ile bilgisayara anlık aktarımı ile muayene edilen yakıt tankı yapısındaki kusurlar tespit edilmiştir. Hazırlanan dijital radyografik muayene sisteminde klasik sistemde kullanılan radyografi filmi yerine, flat panel gösterge kullanılmıştır. Dijital radyografi sistem ile polimer yapıda olan otomobil yakıt tanklarının, kısa bir zamanda radyografik çekimini yapmak ve elde edilen görüntüyü hassas bir şekilde incelemek mümkün olmuştur [14]. Şekil 18'de dişlilerin karşılıklı oturduğu, herhangi bir kusur tespit edilmeyen örnek radyografik görüntü gösterilmiştir.



Şekil 18. Herhangi bir kusur tespit edilmeyen örnek radyografik görüntü [14]

Otomobil yakıt tankı kapağının torklanarak kapatıldıktan sonra yakıt tankı baş kısmı düzgün bir şekilde yerleştirildiğini ve yakıt tankı ile kapağı arasındaki dişlilerin karşılıklı düzgün bir şekilde yerleştiğini gösteren radyografik görüntü Şekil 18'de gösterilmiştir. Yakıt tankı ile kapağı arasındaki dişlilerin düzgün bir şekilde yerine oturmadığını gösteren radyografik görüntü Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Dişliler arasında hata oluşmuş radyografik görüntü [14]

Şekil 19'da gösterilen radyografik görüntüde diş kalınlıklarından birinde farklılaşma olduğu tespit edilmiştir. Şekil 19'da gösterilen şekilde gösterilen kusurlu yapı, dişliler arasında istenmeyen bir boşluğa neden olur ve yakıt emniyetini tehlikeye sokabilecek bir hata oluşmasına neden olur. Sonuç olarak, taşınabilir, dijital X-ışını cihazlarıyla polimer yakıt tanklarının radyografik testleri; yüksek hassasiyette ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ancak çalışma sinyalleri arasında, en az çalışma süresinin 2 katı kadar süre geçmesi gerekmektedir. Bu çalışma şekli ile taşınabilir X-ışını tüpünün çalışma güvenliği sağlanmış olur.



## I. TAHRİBATSIZ TEST YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tahribatsız test işleminde materyal güvenliğinin test edilmesinde uygun yöntemin seçilmesi büyük önem arz etmektedir. En uygun yöntemin seçilmesi birçok etken göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Bu çalışmada hangi yöntemin hangi şartlar altında daha verimli çalıştığı ve test sağlığını etkileyen etkenler gösterilmiştir. Ayrıca materyal türü, etkin kusur türü ve ölçeği, test ortamı, hassasiyet, maliyet, ölçek ve biçim bağımlılığı, güvenilirlik, test hızı ve güncel kullanım alanları gibi kriterler açısından TTY karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Materyal türü, tahribatsız test yöntemi seçilirken göz önünde bulundurulması gereken önemli bir unsurdur. MKA yöntemi demir, çelik vb. ferromanyetik materyalleri test edebilmektedir. Ferromanyetik olmayan diğer materyal türleri MKA yöntemi ile test edilemez. AE yöntemi ile metaller, beton bloklar ve plastik gibi materyaller test edilmektedir. UT yöntemi, genellikle kompozit esaslı (plastik, seramik gibi) materyallerin test işleminde kullanılmaktadır. Bu yöntem, ince metalik materyallerin ve büyük tanecikli materyallerin analizlerinde kullanılmaktadır [1, 9, 25]. Yöntemin başarısı metal gibi katı maddelere geçilmesi ile birlikte azalmaktadır. Başarıdaki bu azalmanın esas kaynağı olarak metal materyallerin maddesel özellikleri gösterilmektedir. Metal materyali oluşturan atomlar birbirlerine güçlü elektromanyetik kuvvetler ile bağlanmaktadır. Bağlanma neticesinde atomlar arası mesafeler ultrasonik ses dalgalarına oranla oldukça küçük kalmaktadır. Bu sebeple ultrasonik test yönteminin başarısı metal temelli materyallerde azalmaktadır. GA yöntemi de, metal ve metal alaşım materyallerinin yapısal bütünlüğünün kontrol edilmesinde kullanılmaktadır. Ancak çalışma prensibi gereği ferromanyetik özellik sergileyen metal ve alaşımlar üzerinde etkinliği azalmaktadır. Bu nedenle metal endüstrisi ürünlerinin temelini demir, nikel ve çelik esaslı materyallerin oluşturması, GA yönteminden kaçınılmasına yol açmaktadır. Radyografi test yönteminde ise kuru gıda, seramik ve metal materyalleri test edilmektedir. Bu yöntemin insan sağlığına radyasyon kaynaklı zararları olsa da yüksek nüfuz etme avantajından dolayı kullanımı yaygındır.

Tahribatsız test işleminde dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur da kusur türü ve ölçeğidir. MKA yöntemi kullanılarak, yüzeysel çatlaklarda yüksek derecede, iç çatlaklarda ise orta derecede etkin olarak test işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca bu yöntemin korozyon tespitinde yüksek derecede etkili olduğu araştırmalar sonucu görülmüştür. Korozyon tespitinde başarısından dolayı MKA teknolojisi yaklaşık 50 yıldır korozyondan kaynaklanan metal kayıplarını önlemek için kullanılmaktadır. Metal kaybı yüzdesinin

yüksek hassasiyetle belirlenmesinin yanında kusur genişliği ve derinliğinin belirlenmesi MKA yöntemi kullanılarak güvenilir şekilde yapılabilmektedir [21, 34]. AE yöntemi ise, basınçlı borularda oluşan çatlak uzanımı ve korozyon gibi aktif kusurları sistem işleyişini engellemeksizin olarak tespit edebilmektedir. Bu yöntem aktif(büyüyen) kusurların tespit edilmesinde önemli rol oynamaktadır. MKA, UT, GA ve radyografi gibi önemli tahribatsız test yöntemleri statik test yöntemleridir ve sadece var olan kusurları tespit edebilmektedir, materyalin kusur olmaya eğilimli bölgelerini tespit edememektedirler. AE yöntemi aktif kusurlarda hassas olduğundan dolayı kusur olmaya eğilimli bölgeleri tespit edebilmektedir. Ayrıca AE tekniği gerilimli korozyon (stress corrosion cracking) ve katman ayrılması gibi kusurların tespitinde önemli derecede iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca iç ve yüzeysel çatlaklar AE yöntemi ile yüksek derecede etkinlik ile tespit edilmektedir. UT yöntemi kullanılarak yüzeysel çatlakları düşük derecede iç çatlakları ise yüksek derecede etkin olarak belirlenmektedir. UT çalışma prensibi gereği, kompozit materyallerde oluşabilen kusurlar ve gözenek büyüklüğü gibi işlemlerde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [9]. Ayrıca katman ayrılması, korozyon ve gözenek büyüklüğü gibi kusur türleri de UT yöntemi ile etkin olarak tespit edilmektedir. Metal teknolojisinde en çok karşılaşılan kusurlardan biri olan artık gerilme (residual stress), tespit edilmesi zor olan kusurlardan biridir. GA yöntemi bu çeşit kusurları tespit etmekte kullanılan en popüler yöntemdir [22]. GA yöntemi ile yüzeysel çatlaklar yüksek derecede, iç çatlaklar ise düşük derecede etkinlikle belirlenmektedir. Radyografi yöntemi ile yüzeysel çatlaklar orta derecede iç kusurlar ise yüksek etkinlikle belirlenmektedir. Bu yöntem genellikle iç (dielectric) kusurları bulmak için kullanılmaktadır [35].

TTY'nin en önemli avantajlarından birisi ölçüm hassasiyetinin genel olarak yüksek olmasıdır. Fakat bazı şartlar altında yöntemlerin hassasiyeti azalabilmektedir. Örneğin GA ve MKA yöntemleri ile yüzeysel kusurlar yüksek hassasiyetle tespit edilirken yüzey altı kusurlarda ise hassasiyet azalmaktadır. AE yöntemi genel olarak yüksek hassasiyetle çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemin aktif kusurlara karşı duyarlılığı ve yüksek test doğruluğu gibi avantajları sayesinde geniş bir alanda kullanımı vardır [36]. UT yönteminde iç çatlaklar yüksek hassasiyetle belirlenirken yüzeysel kusurlarda hassasiyet düşmektedir. Radyografi yönteminde ise iç kusurlar yüksek hassasiyetle belirlenirken yüzeysel çatlakların testinde hassasiyet düşmektedir. Hassasiyet konusunda en dezavantajlı yöntem fiziksel ve yapısal kısıtlarından dolayı GA yöntemidir.

Maliyet açısından TTY çalışma şartları bakımından farklılık göstermektedir. MKA, genellikle korozyon

görüntüleme maliyet açısından en ucuz yöntem olarak bilinir [37]. MKA yöntemi ile boru test işleminde, borunun iç çapı boyutuna uygun test sistemi oluşturulacağından dolayı büyük boru boyutlarında, maliyet artmaktadır. Diğer tahribatsız yöntemlere kıyasla ilk maliyeti benzer olan AE yönteminin operasyonel maliyeti daha ucuzdur [10]. Güçlü nüfuz etme kabiliyeti, düşük maliyeti ve taşınabilir yapısı gibi avantajlarından dolayı UT yöntemi tercih edilen bir yöntemdir. GA yöntemi de metal nesnelere test edilmesinde kullanılan düşük maliyetli yöntemdir. Radyografi yöntemi ise maliyeti fazla olmayan yöntemlerden biridir.

TTY ile test edilen materyalin biçimi, test sisteminin kurulumu aşamasında bağlayıcı olmaktadır. MKA sistem yapısı, boru ve çelik tel test işleminde, bu materyallerin boyutlarına uygun şekilde oluşturulmak zorundadır. MKA hariç diğer TTY test edilecek materyalden bağımsız olarak oluşturulur.

Gaz boru endüstrisi denetim doğruluğunu artırmak ve tarama sonuçlarının hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için MKA sinyallerinin ayrıntılı olarak analiz edilmesine ihtiyaç duymaktadır. MKA yöntemi ile test işleminde yüksek güvenilirlik için, verilerin ayrıntılı analiz edilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı analiz görevlisinin eğitim seviyesinin yüksek ve analiz yapma hünerleri yüksek olmalıdır. AE yöntemi de test edilen materyali güvenilirlik ve yapı bütünlüğü açısından kontrol etmemizi sağlayan yüksek güvenilirliğe sahip bir yöntemdir. AE sinyalleri, çatlak olan bölgede yüksek frekans ve yoğunlukta gerçekleştiğinden dolayı AE test güvenilirliği diğer yöntemlere göre daha yüksektir [8]. UT

yöntemi de yüksek güvenilirliğe sahip yöntemlerden biridir. UT, MKA ve AE yöntemlerinin en önemli özelliği yüksek test doğruluğu ile güvenilir test gerçekleştirmeleridir. GA yöntemi yapısal kısıtlarından dolayı diğer yöntemlere göre test doğruluğu açısından dezavantajlı konumdadır. Radyografi yöntemi de güvenilir test yöntemlerinden biridir.

TTY, test hızı açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında AE yöntemi bir kademe diğer yöntemlerden öne geçmektedir. AE haricinde kalan diğer yöntemler göreceli olarak yüksek hızlı çalışmaktadır.

TTY'nin yaygın kullanım alanları, yöntemlerin çalışma prensipleri, uygulama şartları, verimlilikleri gibi birçok etkene göre şekillenmiştir. Örneğin, MKA, gaz ve yağ borularının test edilmesi konusunda dünyada en yaygın kullanılan elektromanyetik tahribatsız test yöntemlerinden biridir [38]. Çelik materyali üzerindeki etkinliğinden dolayı çelik tel, petrol boruları ve çelik saclar gibi materyallerin test işleminde de MKA yöntemi kullanılmaktadır. Diğer bir tahribatsız yöntem olan AE yöntemi dinamik tahribatsız test açısından geniş bir kullanım alanına sahiptir [39]. Beton bloklar, yağ, su ve gaz boruları ve çelik tanklar AE yöntemi ile test edilmektedir. UT yöntemi ise saclar, seramik ve kompozit yüzeyler gibi materyallerin muayenesinde kullanılmaktadır. Elektromanyetik yöntemlerden biri olan GA, metal sacların testinde kullanılan bir yöntemdir. Radyografi, çalışma verimliliği ve derine nüfuz etme gibi avantajlarından dolayı, döküm materyallerinin tahribatsız muayenesinde en yaygın kullanılan yöntemdir [33]. Tablo 1'de TTY'nin seçilmiş kriterlere göre karşılaştırılması gösterilmiştir.

**Tablo 1.** TTY karşılaştırma tablosu

		Tahribatsız Test Yöntemleri (TTY)				
		MKA	AE	UT	GA	RADYOGRAFİ
<b>Karşılaştırma Kriterleri</b>	<b>Materyal Türü</b>	Demir, çelik, nikel, kobalt	Metaller, beton, plastik	Metaller, kompozit (plastik, seramik) materyaller	Metaller	Kuru gıda, seramik, metaller
	<b>Etkin kusur türü ve ölçeği</b>	Yüzeysel çatlaklar (yüksek), iç çatlaklar (orta), korozyon	İç/yüzeysel çatlaklar (yüksek), dinamik kusurlar, korozyon, katman ayrılması, gerilimli korozyon	Yüzeysel çatlaklar (düşük), iç çatlaklar (yüksek), gözenek büyüklüğü, katman ayrılması, korozyon	Yüzeysel çatlaklar (yüksek), iç çatlak (düşük), artık gerilim	İç kusurlar (yüksek), yüzeysel çatlaklar (orta)
	<b>Test ortamı</b>	Hava, petrol, yağ, gaz	Hava, yağ, su, gaz	Hava	Hava	Hava
	<b>Hassasiyet</b>	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
	<b>Maliyet</b>	Göreceli orta	Orta	Orta	Ucuz	Orta
	<b>Ölçek ve Biçim Bağlılığı</b>	Bağımlı	Bağımsız	Bağımsız	Bağımsız	Bağımsız
	<b>Güvenilirlik</b>	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
	<b>Test Hızı</b>	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Orta
<b>Yaygın kullanım alanları</b>	Çelik teller, petrol tankı, petrol, yağ ve doğal gaz boruları, saclar	Beton bloklar, yağ, su ve gaz boruları, tanklar	Saclar, seramik yüzeyler, kompozit yüzeyler	Metal saclar	Döküm materyalleri, Metal saclar	

## I. SONUÇ

Materyallerin yapısında zamanla oluşan kusurlar, materyal yapısını bozarak büyük maddi kayıplara sebep olabilmektedir. Bu kusurların önceden TTY ile belirlenmesi gerekmektedir. Muayene edilecek olan materyalin fiziksel ve kimyasal yapısına uygun tahribatsız yöntem seçilmelidir. Uygun yöntemin seçilmemesi, gereksiz maliyet oluşmasına ve test doğruluğunun azalmasına sebep olur. Uygun yöntem ile materyalin düzenli aralıklarla muayene edilmesi sonucu verimli materyal kullanımı sağlanarak maddi kayıpların önüne geçilmiş olur. Bu çalışmada TTY'nin nasıl çalıştığı, örnek çalışmalar ve yöntemlerin fiziksel ve kimyasal kısıtları gibi konular incelenmiştir. Yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. TTY materyal türü, etkin kusur türü ve ölçeği, hassasiyet, maliyet, ölçek ve biçim bağımlılığı, güvenilirlik, test hızı ve güncel kullanım alanları gibi seçilmiş kriterler açısından karşılaştırılarak tablo 1'de gösterilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen değerli nişanlım Merve BOYRAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

- [1] Ege, Yavuz.(1998).Ferromanyetik Malzemeler Üzerindeki Çatlakların Manyetik Yöntemle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, Türkiye, s. 2-6.
- [2] Kaya, Y., & Kahraman, N. (2013). Farklı Özellikteki Malzemelerin Tozaltı Ark Kaynak Yöntemi İle Birleştirilmesi ve Birleştirmelerin Tahribatlı ve Tahribatsız Muayenesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1).
- [3] Başyigit, C., Çomak, B., Kılınçarslan, Ş., & Kamacı, Z. Depremde Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Beton Kalitesini Belirlemede Yeni Yaklaşımlar: Görüntü İşleme Örneği.
- [4] Göktepe, M., Perin, D., & Oral, A. Betonarme Yapılardaki Demir Donatıların Manyetik Kaçak Akı Yöntemiyle İncelenmesi.
- [5] Gülenç, B., Candan, İ., & Kahraman, N. (2006). Mıg-Mag Kaynağı İle Birleştirilen Boruların Tahribatlı Ve Tahribatsız Muayenesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(4).
- [6] Yakupoğlu, A. (2015). Girdap Akımı Probu İle Yüzey Çatlaklarının Algılanması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye, s. 1-5.
- [7] Gloria, N. B. S., Areiza, M. C. L., Miranda, I. V. J., & Rebello, J. M. A. (2009). Development of a magnetic sensor for detection and sizing of internal pipeline corrosion defects. NDT & e International, 42(8), 669-677.
- [8] Sun, L., Li, Y., Li, C., Wang, L., & Wu, J. (2010, Temmuz). Active defects detection and localization using acoustic emission method. In Intelligent Control and Automation (WCICA), 2010 8th World Congress on (ss. 5348-5351). IEEE.
- [9] Wang, H., Li, Y., Pan, Q., Xu, C., Zhao, X., & Xia, S. (2012, Ağustos). Ultrasonic transmission method for testing curved composite parts. In Mechatronics and Automation (ICMA), 2012 International Conference on (ss. 2093-2097). IEEE.
- [10] bin Ibrahim, R. (2016, Ağustos). Acoustic emission technique for early leakage detection of in-service control valve. In Intelligent and Advanced Systems (ICIAS), 2016 6th International Conference on (ss. 1-5). IEEE.
- [11] Silverwing (UK) limited magnetic flux leakage technology, [http://www.silverwingndt.com/downloads/technical/magnetic\\_flux\\_leakage\\_technology.pdf](http://www.silverwingndt.com/downloads/technical/magnetic_flux_leakage_technology.pdf), (13.06.2017).
- [12] LiYing, S., YiBo, L., LiBo, S., & LingGe, L. (2012, Temmuz). Comparison of Magnetic Flux Leakage (MFL) and Acoustic Emission (AE) techniques in corrosion inspection for pressure pipelines. In Control Conference (CCC), 2012 31st Chinese (ss. 5375-5378). IEEE.
- [13] Göktepe, M., & Ege, Y. (2007). Amorf Meetalik Cam Şeritlerindeki Çatlakların Manyetik Akı Kaçakları Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilim Dergisi, 7(1).
- [14] Tuğrul, A. B., Baydoğan, N., Altınsoy, N., Dizar, D., & Yağcı, E. Otomotiv Parçalarının Radyografik İncelenmesi.
- [15] Potapov, A. I., Syas'ko, V. A., & Pudovkin, O. P. (2015). Optimization of the parameters of primary measuring transducers that use the MFL technology. Russian Journal of Non-destructive Testing, 51(8), 513-519.
- [16] Internet Related Technologies, Non-Destructive Testing and Technical diagnostics, <http://www.intron-plus.com/en/r-d/>, (Eylül 2016).
- [17] Internet Related Technologies, NDT Equipment - Tanks, Pipes and Vessel Inspection, <http://www.silverwingndt.com/ndt-nde-testing/mfl-ultrasonic-inspection-systems>, (Eylül 2016).
- [18] Internet Related Technologies, Inspection Solutions, <http://www.rosen-group.com/global/solutions/services/inspection.html>, (Eylül 2016).
- [19] Internet Related Technologies, Inspection, <http://www.spetsneftegaz.com/inspection.html>, (Eylül 2016)
- [20] Internet Related Technologies, Our Technology, <http://www.ndttech.com/technology.html>, (Eylül 2016)
- [21] Kandroodi, M. R., Shirani, F., Araabi, B. N., Ahmadabadi, M. N., & Bassiri, M. M. (2013, Haziran). Defect detection and width estimation in natural gas pipelines using MFL signals. In Control Conference (ASCC), 2013 9th Asian (ss. 1-6). IEEE.
- [22] Keshtgar, A., & Modarres, M. (2013, Ocak). Acoustic emission-based fatigue crack growth prediction. In Reliability and

- Maintainability Symposium (RAMS), 2013 Proceedings-Annual (ss. 1-5). IEEE
- [23] Yu, Y., Zou, Y., Jiang, M., & Zhang, D. (2015, Mayıs). Investigation on conductivity invariance in eddy current NDT and its application on magnetic permeability measurement. In NDT New Technology & Application Forum (FENDT), 2015 IEEE Far East (ss. 257-262). IEEE.
- [24] Wijerathna, B., Vidal-Calleja, T., Kodagoda, S., Zhang, Q., & Miro, J. V. (2013, Nisan). Multiple defect interpretation based on gaussian processes for mfl technology. In SPIE Smart Structures and Materials+ Nondestructive Evaluation and Health Monitoring (ss. 86941Z-86941Z). International Society for Optics and Photonics.
- [25] Gao, Y., Tian, G. Y., Li, K., Ji, J., Wang, P., & Wang, H. (2015). Multiple cracks detection and visualization using magnetic flux leakage and eddy current pulsed thermography. *Sensors and Actuators A: Physical*, 234, 269-281.
- [26] Li, Y., Wilson, J., & Tian, G. Y. (2007). Experiment and simulation study of 3D magnetic field sensing for magnetic flux leakage defect characterisation. *NDT & E International*, 40(2), 179-184.
- [27] Świt, G., Krampikowska, A., & Chinh, L. M. (2016, Ekim). A prototype system for acoustic emission-based structural health monitoring of My Thuan bridge. In Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Chengdu), 2016 (ss. 1-6). IEEE.
- [28] Keshtgar, A., & Modarres, M. (2013, Ocak). Acoustic emission-based fatigue crack growth prediction. In Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2013 Proceedings-Annual (ss. 1-5). IEEE.
- [29] Yoo, H., Liu, Z., Quang, N. N., Kim, S., & Bien, F. (2016). Implementation of Nondestructive Crack Detection System for Automotive Press Panel. *IEEE Sensors Journal*, 16(2), 383-389.
- [30] D'Angelo, G., Laracca, M., & Rampone, S. (2016, Haziran). Automated Eddy Current non-destructive testing through low definition lissajous figures. In Metrology for Aerospace (MetroAeroSpace), 2016 IEEE (ss. 280-285). IEEE.
- [31] Caetano, D., Rabuske, F., Oliveira, D., Rabuske, T., Fernandes, J., & Piedade, M. (2016, Haziran). Fast settling VGA for eddy currents non-destructive testing with an array of magneto resistors. In Ph. D. Research in Microelectronics and Electronics (PRIME), 2016 12th Conference on (ss. 1-4). IEEE.
- [32] Robini, M. C., Labruyere, J. P., & Magnin, I. E. (2006, Ekim). Radiographic inspection of thick metal components, Part I: fitting the standard linear image formation model. In Nuclear Science Symposium Conference Record, 2006. IEEE (Cilt. 2, ss. 964-968). IEEE.
- [33] Sonat, E. Evren., & Yelbay, H: İlker. (2008) Dökümlerin Radyografik Muayenesinde Kullanılan Standartlar. Proceedings of 3rd International Non-Destructive Testing Symposium and Exhibition, İstanbul Türkiye, Nisan 2008, ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene Araş./Uyg. Merkezi.
- [34] Orazem, M. (Ed.). (2014). *Underground pipeline corrosion* (No. 63). Elsevier.
- [35] Liske, O., Yakymiv, R., & Melnychuk, A. (2012). Radiowave methods of non-destructive testing.
- [36] Zhao, J., Sheng, H., & Zhou, X. (2016, Kasım). Study on the application of acoustic emission testing technique in monitoring 16Mn steel welding defects. In Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), 2016 International Conference on (ss. 318-321). IEEE.
- [37] Coughlin, C. R., Clapham, L., & Atherton, D. L. (2000). Effects of stress on MFL responses from elongated corrosion pits in pipeline steel. *NDT & E International*, 33(3), 181-188.
- [38] Ravan, M., Amineh, R. K., Koziel, S., Nikolova, N. K., & Reilly, J. P. (2010). Sizing of 3-D arbitrary defects using magnetic flux leakage measurements. *IEEE transactions on magnetics*, 46(4), 1024-1033.
- [39] Shao, Y., Yu, Y., Zhang, Y., Wei, S., & Li, X. (2016, Kasım). Analysis of acoustic emission signal characteristics based on the crack pattern of stress corrosion cracking. In Sensing Technology (ICST), 2016 10th International Conference on (ss. 1-5). IEEE.

# R ile Sosyal Ağ Madenciliği

## Social Network Mining with R

Ufuk SARIKAYA<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0001-6951-6388), Buket DOĞAN<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0003-1062-2439)  
Abdulsamet AKTAŞ<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0003-0746-7693)

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34722, Kadıköy / İSTANBUL

### Öz

Birbirimizle ve çevremizle iletişim şeklimizi değiştiren ve her geçen gün kullanıcı sayısı artan sosyal ağlar, yapılan paylaşım ve aktiviteler ile çok fazla verinin ortaya çıkmasını sağlayan ortamlardır. Sosyal ağ madenciliği ile bu ortamda farklı biçimlerde ve büyük miktardaki verinin, veri madenciliği yöntemleri ile analiz edilmesi ve anlamlandırılması mümkün olmaktadır. Bu çalışmada sosyal ağ madenciliği uygulaması kapsamında Twitter ve WhatsApp verileri üzerinde R programlama ortamında yapılan analiz süreci ve sonuçları açıklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal Ağlar, Sosyal Ağ Madenciliği, Twitter, WhatsApp, R

### Abstract

Social networks that change the way we communicate with each other and around the world, increasing in number of users every day, are the platforms that allow a lot of data to be generated with sharing and activities. Through social network mining, it is possible to analyze and interpret data in different format and large amount of data by means of data mining methods. In this study, the process and results of the analysis made on the Twitter and WhatsApp data in the R programming platform are explained in the scope of social network mining application.

**Keywords:** Social Network, Social Network Analysis, Twitter, WhatsApp, R

### I. GİRİŞ

İnternet, milyonlarca bilgisayar sisteminin birbirine bağlı olduğu, tüm dünya tarafından yaygın olarak kullanılan ve her geçen gün kullanımı artan bir iletişim ağıdır. Sosyal ağlar da bu devasa iletişim ağının en önemli bileşenlerinden biridir. Sosyal ağlar, bireylerin birbirleriyle gizlilik çerçevesinde özgürce ve kolaylıkla iletişim kurabildiği, anlık ve çift taraflı veri paylaşımına olanak sağlayan, içerisinde milyarlarca veri barındıran iletişim aracıdır. Sosyal ağlar, bireylerin internet üzerinden birbirleriyle etkileşim halinde olmasını sağlayan ağlara verilen genel addir. Sosyal ağlar sayesinde bireyler birbirlerine metin, fotoğraf, video ve mesaj gönderebilir, birbirlerinin gönderilerine yorum ve beğeni yaparak kendi aralarında etkileşimde bulunabilirler. En yaygın kullanılan sosyal ağlardan bazıları; Twitter, Instagram, WhatsApp Messenger ve Facebook'tur. Günümüzde Twitter'da yaklaşık 256 milyon aktif kullanıcı bulunmakta ve her dakika ortalama 98 bin tweet atılmaktadır[1]. Twitter'da iletiler

140 karakterle sınırlıdır. Twitter bu iletilere tivitler (tweets) adını vermiştir. WhatsApp Messenger, akıllı telefonlar için geliştirilen, platformlar arası çalışma özelliğine sahip bir mesajlaşma ve arama uygulamasıdır ve günümüzde yaklaşık 1.3 milyar kullanıcısı vardır[2].

Günümüzde bu kadar yaygın kullanılan sosyal ağların içerisinde bulunan metin, görsel ve video gibi farklı biçimlerdeki büyük veri üzerinde veri madenciliği ile analizler yaparak, bu ortamdaki yapısal kalıpları ortaya çıkarmak, ilişkileri ve dinamik durumu modellemek mümkün olmaktadır [3].

R programlama dili Yeni Zelanda Auckland Üniversitesi'nden Ross Ihaka ve Robert Gentleman tarafından geliştirilmiştir. Açık kaynak kodludur ve kullanıcıların eklediği özel fonksiyonlar veya çok özel araştırma alanlarına ait paketlerle kolayca geliştirilebilir. Grafik kullanıcı arayüzü için ise yaygın olarak R Studio programı kullanılmaktadır [4]. R ortamı, esnek bir istatistiksel analiz aracı olarak farklı formlardaki verilerin aktarılmasını ve veri üzerinde istenilen

değişikliklerin yapılabilmesini ve uygun istatistiksel yöntemlerin kullanılabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu ortam klasik istatistik testleri, zaman serileri analizi, sınıflandırma, kümeleme gibi analizleri büyük veriler üzerinde gerçekleştirme imkânı sunmaktadır. R programlama, diğer birçok istatistiksel hesaplama dilinden daha kuvvetli bir nesneye yönelik programlama kabiliyetine de sahiptir [5].

### 1.2. İlgili Çalışmalar

Sosyal ağlarda kullanıcı sayısındaki artış beraberinde işlenmemiş büyük bir veriyi de getirmiştir. Bu verilerin işlenmesi ve daha kullanışlı bir hale getirilmesi için sosyal ağ analizi yapılması gerekmektedir. R programlama ortamı bu tip veri madenciliği analizlerinin yapılması için imkânlar sağlamaktadır. Bu başlık altında sosyal ağ analizi ve R programlama ile ilgili literatürdeki önemli çalışmalara değinilmektedir.

Alrubaian M. ve arkadaşları [6] twitter sosyal ağ kullanıcılarının doğru ve güvenli bir bilgi verip vermediğini yeni bir metrik sistemi geliştirerek analiz etmişlerdir. Kullanıcıların, verilen bir konu ile ilgili sosyal medyada belirli bir etkinliği olup olmadığı araştırılmıştır. Daha sonra kullanıcının konu hakkında ne düşündüğünü anlayabilmek için duygu analizi yapılmıştır. Bu iki analiz sistemi birleştirilerek, var olan analiz modellerine birkaç yeni özellik daha ekleyip yeni bir metrik sistemi yapılmıştır. Veri toplama işleminde Twitter'ın akış uygulaması(streaming API) ve arama uygulaması(search API) kullanılmıştır. Arama uygulaması Twitter'daki bir kullanıcının en son attığı 3200 tweeti getirmiştir. Veri seti oluşturmak ve istatistiksel bir çalışma yapmak için alınan tivitler bir tabloya alınmıştır. Elde olan veriler metrik sisteme göre değerlendirilmiş ve bir kullanıcı profili oluşturulmuştur. Daha sonra kullanıcı ve verdiği bilgi birlikte değerlendirilip güvenli olup olmadığına karar verilmiştir.

Zhang, K.P ve arkadaşları [7] sosyal medya platformu üzerindeki aktivitelerine göre kullanıcılara çevrimiçi marka reklamı yapmak için bir kullanıcı seçim sistemi yapmayı amaçlamışlardır. Analiz yapmak için sosyal ağların en yaygın olanlarından yani Facebook'tan yaklaşık 2.1 terabyte veri toplanmıştır. Facebook'dan verileri toplamak için Facebook Graph uygulaması kullanılmıştır. Toplanan veriler ile iki farklı ağ oluşturulmuş ve bu iki ağ üzerinde çalışılmıştır. Veri boyutu çok büyük olduğundan Zhang, K.P ve arkadaşları[7] veri seti üzerinde çalışabilmek için dağıtık programlama mantığını kullanan algoritmalar geliştirmişlerdir. Oluşturulan ağlar sayesinde markalar ve kullanıcılar arasındaki bağlantıyı analiz etmişlerdir. Ağ özelliklerini ve kullanıcı topluluklarını inceledikten sonra, hedef kullanıcı kitlelerini bulabilmek için, yapılan analize göre ağlara bir etiket veren sistem tasarlamışlardır. Bu sistemin bir parçası olarak

belirli bir marka ile ilgili olan diğer markaları bulabilmek için hiyerarşik kullanıcı algılama algoritması geliştirmişlerdir. Analiz sonucu oluşturulan setteki markaları “*odaklanmış marka (focal brand)*” olarak anlamlandırmışlardır. Facebook verileri ile deneyler yapılmış ve tanımladıkları odaklanmış marka'nın hedef kullanıcı kitlesini belirlemede önemli bir performans gelişimi sağladığını göstermişlerdir.

Iglesias, J. A. ve arkadaşları [8] kullanıcının seçtiği herhangi bir yerleşim birimi için, Twitter kullanıcı profilini otomatik olarak analiz etmeyi gerçekleştiren bir program yapmayı amaçlamışlardır. Gerçekleştirilen program uçdeğerlerin teşhisi, profillerin kümeleneşmesi ve sınıflandırılması gibi işlemleri de yapabilmektedir. Iglesias, J. A. ve arkadaşları verileri toplayabilmek için Twitter API uygulamasını kullanmışlardır. Toplanan veriler belirli bir ön eleme işleminden geçirilmiştir. Kalan veriler ile kullanıcı profilleri oluşturularak uçdeğer çıkarımı, kümeleme ve sınıflama işlemleri yapılmıştır. Analiz işlemi bittikten sonra kullanıcıya istediği bilgiler ayrı ayrı pencerelerde gösterilmiştir.

Sosyal ağlar, yerel ağlardan farklı olan yeni iletişim yollarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bunun en önemli nedenlerinden birisi zamanın ve alanın kısıtlı olmasıdır. Bu yeni iletişim yollarından birisi de Twitter'da belirli bir konu üzerine yazılan tivitleri etiketlemek için kullanılan, “#” sembolü ile işaretlenen konu veya kelimelerdir. Bu kelime veya konular genel olarak “*hashtag*” olarak adlandırılır. Abascal-Mena, R ve arkadaşları[9] ortaya çıkan bu yeni iletişim yolunu kullanarak sosyal-semantik toplulukları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında veri seti olarak Twitter'dan aldıkları tivitleri kullanmışlardır. Verileri toplayabilmek için R programlama dilinde kendilerinin geliştirdikleri bir bilgisayar programı kullanmışlardır. Oluşturulan ağlar üzerinde gerekli çalışmalar yapıldıktan sonra tespit edilen toplulukları göstermek amacıyla açık kaynak kodlu yazılım olan “*GEPHI*” kullanılmıştır.

Kılınç ve arkadaşları akademik yayınlar üzerinde metin madenciliği yöntemlerini kullanarak, akademik makalelerin sınıflara tasnif etme başarısını ölçmeyi amaçlamışlardır. Veri setini oluşturabilmek için geliştirmiş oldukları bir yazılım aracı yardımıyla, akademisyenlerin kendi yapmış oldukları yayınları paylaştıkları web sitesi olan www.researchgate.net adresinden 50 farklı dergiden 2000 adet makaleye ait özet bilgilerini toplamışlardır. Bu veri setleri üzerinde çalışabilmek için R programlama dili ve R studio programı kullanılmıştır. R dili ile R studio ortamında veri seti, K-En Yakın Komşu (KNN) algoritması kullanılarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda %96,67 oranında doğruluk değeri bulunarak yayınların hangi sınıfa ait olduğunu tespit etmişlerdir [10].

## II. GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGULAMALAR

Bu çalışmada gerçekleştirilen Twitter ve WhatsApp verileri üzerinde sosyal ağ madenciliği uygulamalarının R programlama ortamında nasıl gerçekleştirildiği ve sonuçları başlıklar halinde sunulmaktadır.

### 2.1. Twitter Uygulaması

Bu analiz işlemi gerçekleştirmek için; öncelikle, <https://dev.twitter.com/> adresinde uygulama oluşturmak amacıyla twitter hesabıyla oturum açılır. Bu ekranda, Şekil 1’de görüldüğü gibi Create New App düğmesi kullanılarak uygulama detaylarına geçilmesi sağlanır. Oluşturulan uygulamadaki consumer key, consumer secret, access token ve access token secret değerleri, yapılacak projede kullanılacağı için kaydedilir.

R programı içerisinde ise twitter bağlantısının başarılı bir şekilde yapılması ve yapılacak metin madenciliği için gerekli olan ‘ROAuth’, ‘RCurl’ ve twitterR gibi paketler indirilerek bilgisayara yüklenir.

Geliştirilen yazılım aracılığı ile belirli bir tarih aralığına, atılan tweet’in diline ve özel etiket (hashtag)’e göre arama yapılması sağlanır. Twitter bağlantısı kurulup, girilen herhangi bir hashtag için alınan veri setinde metin temizleme, dönüştürme, parçalama, bazı bağlaç ve edat gibi gereksiz kelimelerin çıkarılması işlemleri yapılır. R programlamada seyrek geçen kelimelerin doküman koleksiyonundan kaldırılması sağlanır. Ardından en sık geçen kelimelerin frekansına göre bir kelime bulutu oluşturulması sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen uygulama ile 01.07.2016 ve 01.07.2017 tarihleri arasında paylaşılan, içinde “samsung” ve “apple” kelimelerinin geçtiği, 1000 adet tweet program aracılığı ile iki ayrı veri setine kaydedilmiştir. Tweet’lerden oluşturulan doküman koleksiyonları içerisinde küçük harfe dönüştürme işlemi, noktalama işaretlerinin kaldırılması sağlanmıştır. R programlama çeşitli dillerde cümle sonu karakterlerini de

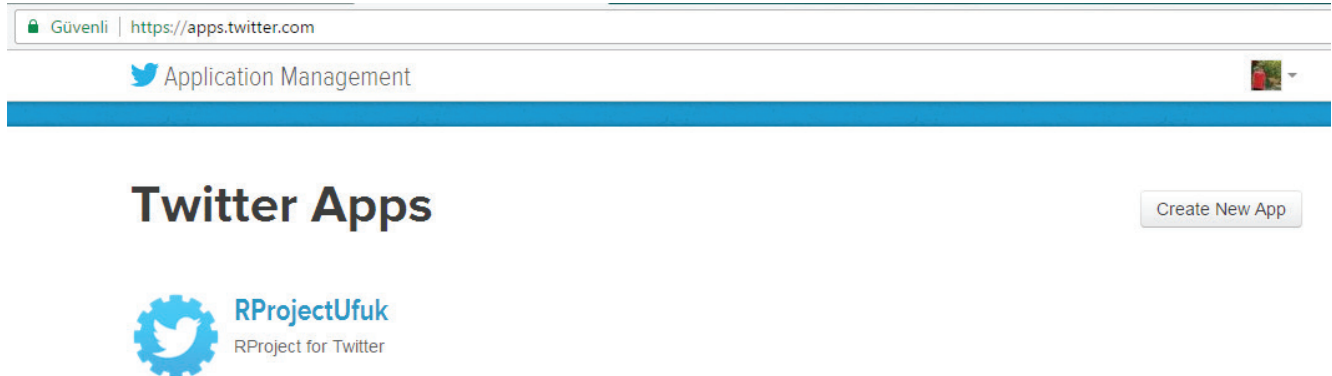
kaldırabilmektedir. Uygulamada İngilizce olarak belirlenen dil için cümle sonu karakterlerinin removeWords(x,s-topwords()) fonksiyonu ile kaldırılması sağlanmıştır. Yaşanabilecek Türkçe karakter problemi için de iconv(metin, “UTF-8”, “UTF-8”) fonksiyonu kullanılmaktadır.

TermDocumentMatrix fonksiyonu ile tweet’lerden alınan veri seti için bir terim belge matrisinin oluşturulması sağlanır. Burada kullanılan TermDocumentMatrix fonksiyonu, özellikle metin madenciliği çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. İki boyutlu bir matrisin bir boyutu metinlere diğer boyutu da terimlere ayrılır. Bu matriste, her metinde o terimden kaç tane olduğunun sayısı tutulmaktadır. Matris 1 ve 0 değerlerinden oluşmaktadır.

Ardından removeSparseTerms fonksiyonu belirtilen değerden daha az seyreklik değerine sahip kelimelerin kaldırılmasını sağlar. Seyreklik değeri 0 ile 1 arasında değişen bir parametredir. Tweet’lerde geçen kelimelerden oluşan belge matrisinde removeSparseTerms() fonksiyonu ile sparse parametresi 0.95 değeri ile seyrek geçen kelimelerin atılması, removeSparseTerms(dtm,sparse = 0.95) komutu ile sağlanır. Bu komuttaki sparse parametresi, belli değer altında kalan kelimelerin çıkarılması için eşik değeri olarak kullanılır.

Gerçekleştirilen uygulamada hiyerarşik kümeleme kullanılmıştır. Kümeleme işlemi için, ilk olarak Öklit uzaklık formülü kullanılarak kelimeler arası uzaklıklar bulunarak uzaklık matrisi oluşturulur. Hiyerarşik kümeleme işlemi gerçekleştirmek için kullanılan hclust fonksiyonu yığıştırma kümeleme metodudur ve bu fonksiyon yardımıyla kümeleme sonucunda elde edilen gözlemler dendrogram üzerinde gösterilebilmektedir. Dendrogramlar, veri grupları arasındaki bilgileri modellemek için kullanılırlar. Bu örnekte de kelimeler arasındaki bağlantıları ve kümeleme sonucunda elde edilen gözlemleri göstermek için kullanılmıştır.

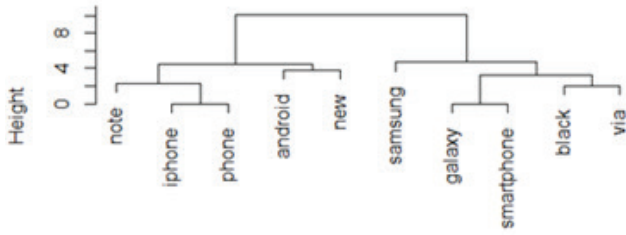
Dendrogramlar, birer ağaç gibi düşünülebilir. Ağacın en altında, yaprak denilen veri setindeki elemanlar bulunur. Yukarıya doğru çıkıldıkça birbirine benzer veya daha çok ilişkili



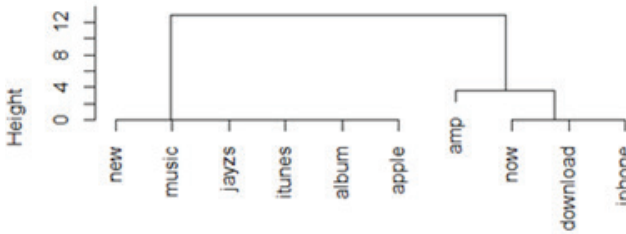
Şekil 1. Twitter İçin Uygulama Oluşturma Ekranı

olan elemanlar, dallar halinde daha üst düzeylerde birleşmeye başlar. Aşağıdaki dendrogram grafiklerinde yer alan “Height”, birleşim yüksekliği olarak adlandırılır ve elemanların benzerliğinin göstergesidir. Ağaçtaki daha uzun bir dal, daha az benzeyen elemanla birleşebilir. Birleşmiş iki elemanın birbirleriyle benzer olup olmadığı dal yüksekliğinden anlaşılır.

Şekil 2 ve Şekil 3’de “samsung” ve “apple” kelimelelerinin geçtiği tweetlerden oluşan veri seti için oluşturulan dendrogram grafikleri yer almaktadır. Örneğin, Şekil 2’deki dendrogram grafiğine bakıldığında “iphone” ve “phone” kelimelerinin birbirlerine benzer oldukları, bu çalışma için aynı tweet içerisinde kullanıma durumlarının diğer kelimelere göre daha yüksek olduğundan dolayı aynı yükseklik seviyesinde kümelenildiği görülmektedir..



Şekil 2. Samsung Kelimesi İçin En Sık Kullanılan Kelimelerin Küme Dendrogramı



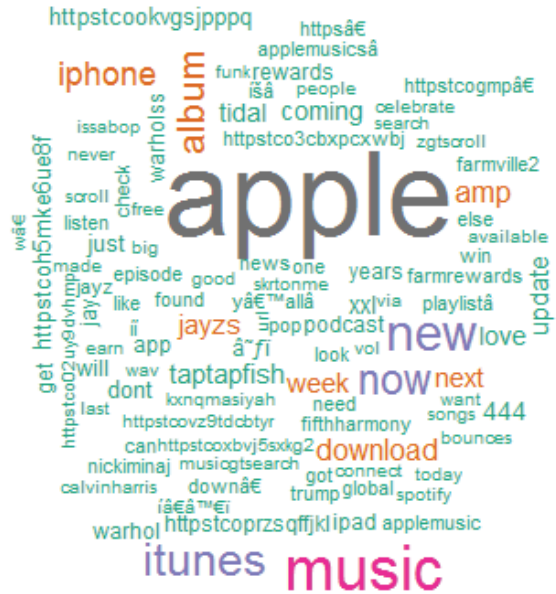
Şekil 3. Apple Kelimesi İçin En Sık Kullanılan Kelimelerin Küme Dendrogramı

Veri seti içerisindeki kelimelerin frekans değerlerine göre büyük, küçük ve renkli gibi çeşitli niteliklerin kullanılması ile kelimelerin bir bulut olarak görselleştirilmesi işlemine kelime bulutu çıkarım işlemi denir. Kelime bulutu sayesinde elverişsiz ve ham veriyi daha anlamlı bir hale getirmek mümkündür. Wordcloud komutu ile belge matrisinde frekans değeri istenilen değerin üzerinde olan kelimelerin yer alacağı, belirlenen sayıda kelime için kelime bulutunun oluşturulması sağlanır. Şekil 4’de Samsung kelimesi için ve Şekil 5’de ise Apple kelimesi için minimum frekansı 3 olan 100 adet olacak şekilde oluşturulan kelime bulutlarına ait ekran görüntüleri görülmektedir.

Şekil 4 ve Şekil 5’deki ekran görüntüleri incelendiğinde, boyut olarak en büyük görünen kelime (samsung ve apple) en çok tekrar eden kelimedir. Kelimelerin boyutu küçüldükçe, kullanım sayıları da azalmış demektir. Wordcloud komutu parametre olarak, words, freq, min.freq, max.words, random.order, colors niteliklerini alır. Bu niteliklerin tamamının kullanılması zorunlu değildir, isteğe bağlı değişebilir. Bu uygulamada, min.freq=3, max.words=100, random.order=T, colors= brewer.pal(8, “Dark2”) parametreleri kullanılmıştır. Toplamda kullanıma sayısı 3’ten az olan kelimeler elenmiş olup, kelime bulutunda en fazla 100 kelime gösterilmiştir. Random.order= true (T) olduğu için kelimeler rastgele çizmiştir.



Şekil 4. Samsung Kelimesi İçin Kelime Bulutu



Şekil 5. Apple Kelimesi İçin Kelime Bulutu



Brewer kütüphanesinde bulunan; Şekil 6'da görülen Dark2 isimli renk paletinde bulunan 8 farklı renk çeşidi kullanılacağı Colors = brewer.pal(8,"Dark2") komutu ile belirtilmiştir. Bu komut içerisinde farklı renk modelleri kullanılabilir. Bu renk paletindeki düzene göre, kelimelerin frekansına göre en sık kullanılanlardan en az kullanılanlara göre bir renk atamasının yapılması sağlanmaktadır.

Örneğin bu çalışmadaki örnekte en sık geçen kelimeler için gri, en az geçen kelimeler için yeşil renk kullanılarak kelime bulutunda renklendirme gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Wordcloud için Dark2 Renk Tonları

## 2.2. WhatsApp Analizi

Dünya üzerinde herkesin dilediği konumdan, herhangi bir ücret olmadan çevresiyle iletişimde kalmalarını sağlayan bu uygulama üzerinde yer alan sohbet geçmişinin analiz edilmesi R programlama ortamı ile mümkün olmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada özellikle grup mesajlarında hangi kullanıcının, hangi tarihte ne sıklıkta mesaj gönderdiği ve aktif olduğu, mesajların zamana bağlı olarak gösterdikleri dağılımı incelemek için bir uygulama geliştirilmiştir.

Bu işlem için öncelikle sohbet geçmişinin tamamı metin dosyası haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için, WhatsApp uygulamasının ana ekranında **Seçenekler > Ayarlar > Sohbet Geçmişi > Sohbet geçmişini gönder** düğmesi aracılığı ile E-posta ile göndermek istediğiniz sohbeti seçilir. Herhangi bir grup veya kişisel sohbetler için bu işlemin yapılması mümkündür. Bu işlem sonrasında seçilen sohbet geçmişini belirlenen e-posta adresine metin dosyası olarak txt uzantılı olarak gönderilecektir.

Ardından gönderilen metin dosyası üzerinden, sohbetlerde kimin ne kadar mesaj attığını, hangi ay, gün ve saat dilimlerinde sıklıkla sohbet edildiğini, duygu analizini, sohbette en sık kullanılan kelimelerin grafiğini R programlama ile gerçekleştirilebilir.

Metin analizi iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Öncelikle verinin temizlenmesi ardından görselleştirme yapılması gerekmektedir.

### 2.2.1. Veri temizleme

Veri temizleme işleminde zaman damgası veya özel karakter ile başlayan satırlar belirlenerek verinin standart, analiz edilebilir bir yapıya ulaşması sağlanmaktadır.

Veri temizleme aşamasında, eğer mesaj medya veya duygu ifade eden dijital karakter (emoji) gibi özel karakterler

içeriyorsa bunlardan arındırılır. Ayrıca, grup sohbetleri içerisinde yer alan grubun oluşturulması, kişinin gruba eklenmesi veya gruptan ayrılması, grubun adının veya resminin değiştirilmesi gibi grup işlemleri de mesaj olarak geldiği için bunlar da temizlenmiştir. Şekil 7'de duygu ifade eden dijital karakterlerin ASCII koduna çevrilerek silinmesi için kullanılan kod parçası yer almaktadır.

```
1 Messages$Text.Cleaned <- sapply(Messages$Text.Cleaned,
2   function(row) iconv(row, "latin1", "ASCII",
3   sub = ""))
```

Şekil 7. Mesajların Duygu İfade Eden Dijital Karakterlerden Temizlenmesi

### 2.2.2. Veri işleme ve görselleştirme

Veri işleme aşamasında ise temizlenen verilerin (mesajların), mesajı gönderen kişi, mesajın gönderilme tarihi (gün ay yıl olarak), mesajın içeriği gibi nitelikleri çıkarılır. Bu niteliklere göre çeşitli R fonksiyonları ve kodlamalar kullanılarak veri analiz edilmektedir.

Şekil 8'de kişilerin toplam mesaj sayılarına göre dağılımlarını görselleştirmeyi sağlayan kod parçası bulunmaktadır. Öncelikle, her bir kişinin attıkları mesaj sayısını elde etmek için aşağıdaki kod parçasındaki ilk 4 satırda Person niteliğine göre count işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından 5.satırda R'in grafik üretme komutu olan Plot komutu ile tüm temizlenmiş mesajları içeren Messages.Aggregated verisi için multiBarChart halinde görselleştirme yapılmıştır. Daha sonra görselin formatı ile ilgili işlemler yapılmıştır.

```
1 Messages.Aggregated <- Messages %>%
2   group_by(Person) %>%
3   summarise(Count = n()) %>%
4   arrange(desc(Count))

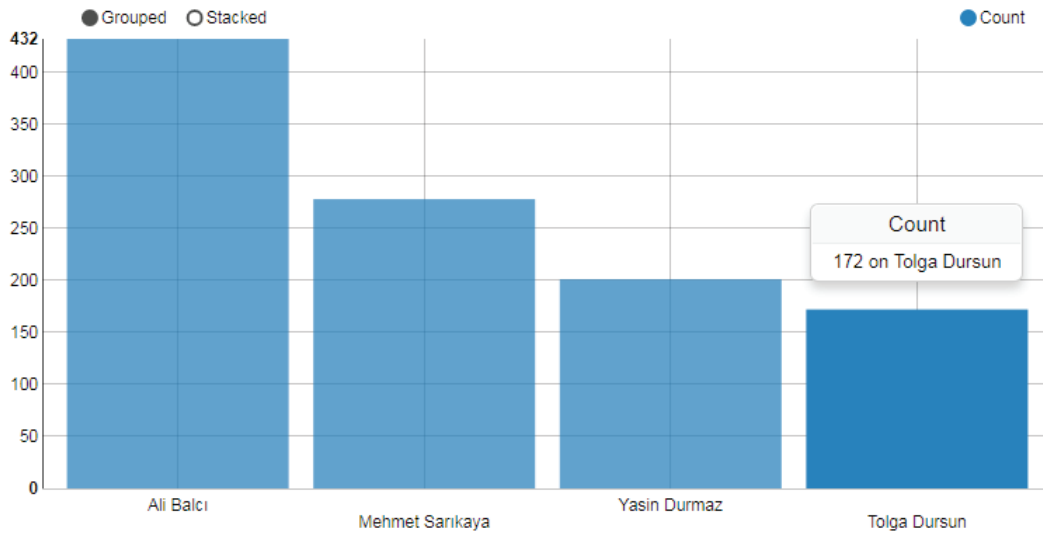
5 Plot.All <- nPlot(Count ~ Person, data = Messages.Aggregated,
6   type = "multiBarChart")
7 Plot.All$chart(reduceXTicks = FALSE)
8 Plot.All$xAxis(staggerLabels = TRUE)

9 Plot.All$yAxis(tickFormat = "#!\n function(d)
10 {return d3.format('.'')(d)}\n!#")
11 Plot.All
```

Şekil 8. Gönderilen Mesajların Kişilere Göre Görselleştirilmesi İşlemi

Şekil 9 ve Şekil 10'da, örnek bir grup sohbeti için kişilerin attıkları mesaj sayılarının, toplam, aylık ve saatlik olarak grafikleri yer almaktadır.

Şekil 9'da grup sohbetindeki 4 kişinin gönderdikleri toplam mesaj sayıları çubuk grafik halinde gösterilmiştir.



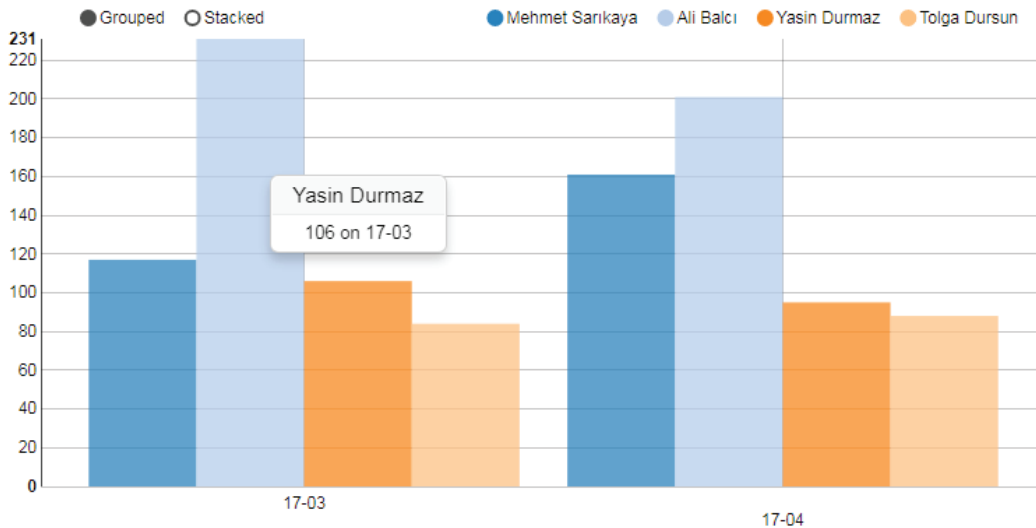
Şekil 9. Sohbetteki Kişilerin Attıkları Mesaj Sayıları

Grafiğin y eksenini gönderilen mesaj sayısını gösterirken, x eksenini ise mesaj gönderen kişileri göstermektedir. Çubukların üstüne fare ile gelindiğinde sayı ipucu (tooltip) olarak çıkmaktadır. Grafiğe göre en fazla mesaj gönderen kişi 432 mesaj ile Ali Balci, 172 mesaj ile Tolga Dursun olmuştur.

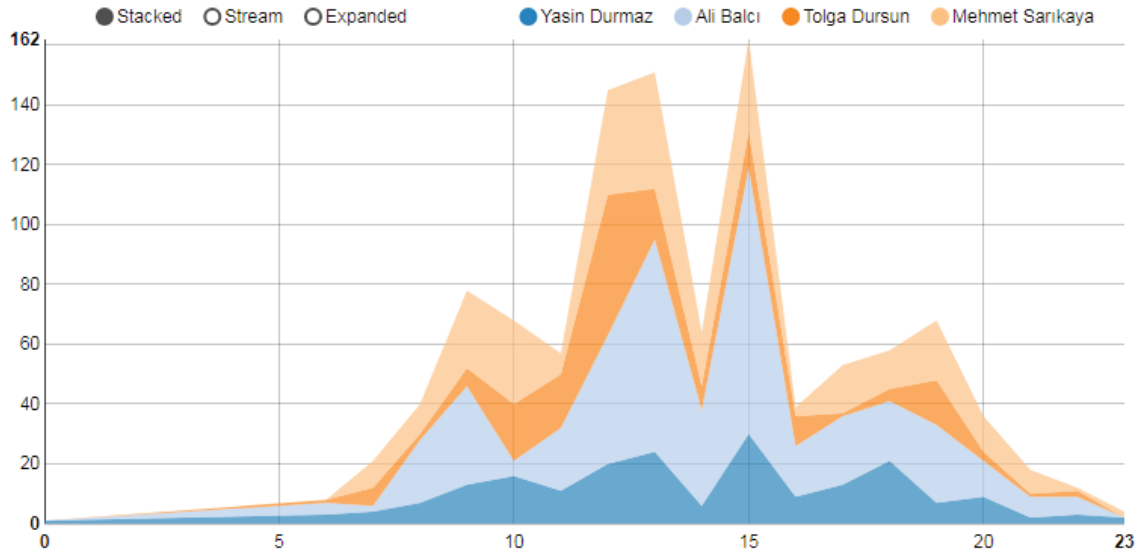
Şekil 10'da ise grup sohbetindeki 4 kişinin gönderdikleri mesaj sayılarının yılın aylarına göre dağılımı çubuk grafik halinde gösterilmiştir. Grafiğin y eksenini gönderilen o ayda gönderilen mesaj sayısını gösterirken, x eksenini ise mesaj gönderme yılı ve ayını (2017 Mart ve Nisan ayları) belirtmektedir. Mesaj gönderen kişiler ise 4 farklı renkte gösterilmiştir ve her renk bir kişiyi temsil etmektedir. Çubukların üstüne fare ile gelindiğinde sayı ipucu (tooltip) olarak çıkmaktadır. Grafiğe göre Ali Balci, 2017 Mart ayında, 2017

Nisan ayına göre daha fazla mesaj göndermiş ve her iki ayda da en fazla mesaj gönderen kişi olmuştur. Yasin Durmaz ise, 2017 Mart ayında 106 mesaj göndermiştir.

Şekil 11'de grup sohbetindeki 4 kişinin gönderdikleri mesaj sayılarının günün saatlerine göre dağılımı yığın (stack) grafik halinde gösterilmiştir. Grafiğin y eksenini gönderilen o saatte gönderilen mesaj sayısını gösterirken, x eksenini ise 24 saatlik dilim için mesaj gönderme saatini belirtmektedir. Mesaj gönderen kişiler yine 4 farklı renkte gösterilmiştir ve her renk bir kişiyi temsil etmektedir. Grafiğin üstüne fare ile gelindiğinde sayı ipucu (tooltip) olarak çıkmaktadır. Grafiğe göre grup üyeleri arasındaki en çok mesajlaşma saat 15:00 civarında yapıldığı görülmektedir. Saat 15:00'dan sonra mesajlaşma sayısında ciddi bir düşüş gözlemlenmektedir.



Şekil 10. Ay ve Kişilere Göre Atılan Mesaj Sayıları



Şekil 11. Saat ve Kişilere Göre Atılan Mesaj Sayıları

Sohbette en sık kullanılan kelimelerin grafiğini üretmek için kullanılan komut parçası Şekil 12’deki gibidir. Kod bloğundaki ilk 10 satırda, R’ın metin temizleme paketi olan ve çeşitli fonksiyonlara sahip olan “tm” paketine ait “tm\_map” fonksiyonu kullanılarak, her bir mesaj verisi üzerinde sayıların çıkarılması, tüm metnin küçük harfe çevrilmesi, boşlukların silinmesi, “@, /, \” gibi özel karakterlerden temizlenmesi gibi işlemler yapılmıştır. Daha sonra, “rowSums” fonksiyonu ile her bir kelimenin sayısı çıkarılmış, “sort”

fonksiyonu ile en sık kullanılan kelimedenden en az kullanılanlara göre azalan sırada sıralanmış ve 14.satırda “d” adında “word” ve “freq” niteliklerini içeren bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinde, “word” mesajlardaki kelimeleri, “freq” ise her kelimenin kullanılma sayısını belirtmektedir. 15 ve 16.satırlarda ise önce en sık kullanılan ilk 10 kelime “head” komutuyla ekrana yazdırılmış ve “barplot” komutuyla da ekrana yazdırılan ilk 10 kelime çubuk grafik halinde görselleştirilmiştir.

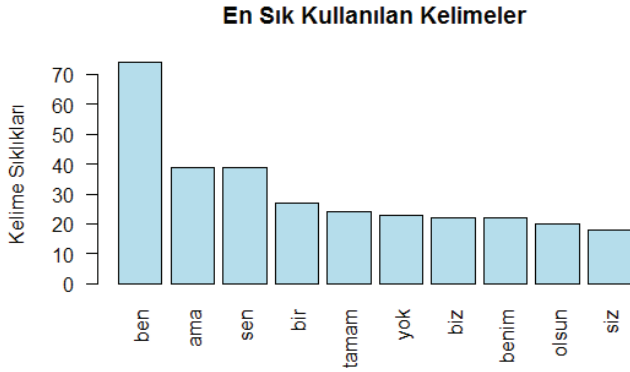
```

1 docs <- Corpus(VectorSource(Messages$Text.Cleaned))
2 tospace <- content_transformer(function(x, pattern) gsub(pattern, " ", x))
3 docs <- tm_map(docs, tospace, "/")
4 docs <- tm_map(docs, tospace, "@")
5 docs <- tm_map(docs, tospace, "\\|")
6 docs <- tm_map(docs, content_transformer(tolower))
7 docs <- tm_map(docs, removeNumbers)
8 docs <- tm_map(docs, removeWords, stopwords("english"))
9 docs <- tm_map(docs, removePunctuation)
10 docs <- tm_map(docs, stripWhitespace)
11 dtm <- TermDocumentMatrix(docs)
12 m <- as.matrix(dtm)
13 v <- sort(rowSums(m), decreasing=TRUE)
14 d <- data.frame(word = names(v), freq=v)
15 head(d, 10)
16 barplot(d[1:10,]$freq, las = 2, names.arg = d[1:10,]$word,
          col = "lightblue", main = "En Sık Kullanılan Kelimeler",
          ylab = "Kelime Sıklıkları")

```

Şekil 12. En Sık Kullanılan Kelimelerin Grafiğini Üretmek İçin Kullanılan Kod Parçası

Şekil 13'deki grafikte, grup sohbetinde kullanılan kelimelerden en sık kullanılan ilk 10 kelime ve kullanılma sayıları yer almaktadır. Grafiğe göre, en sık kullanılan kelime 74 defa ile “ben” kelimesi olmuştur.



**Şekil 13. Mesajlarda En Sık Kullanılan Kelimeler ve Kullanılma Sıklıkları**

### III. SONUÇ VE ÖNERİLER

R programlama ortamı sosyal ağ analizi için etkin, hızlı ve esnek bir program geliştirme ortamı sağlamaktadır. Bu ortam aracılığı ile Twitter ve WhatsApp ortamlarından elde edilen verilerin analizinin nasıl yapılacağına dair gerçekleştirilen iki uygulama bu çalışma kapsamında açıklanmakta ve sonuçları ortaya konmaktadır. Farklı zaman aralıkları, anahtar kelimeler ve amaçlar için bu ortamın kullanılması mümkündür.

Bu çalışmada geliştirilen yazılım sayesinde Twitter'dan veriler alınmış ve bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setinin kullanılabilmesi için R programlama dili ve R Studio platformu kullanılarak metin temizleme, dönüştürme, parçalama, bazı bağlaç ve edat gibi gereksiz kelimelerin çıkarılması gibi işlemler yapılmıştır. Eldeki işlenmiş veri setinin daha anlamlı ve işe yarar bir hale gelmesi için kelime bulutu ve dendrogram grafiği çıkarım işlemi yapılmıştır. Yapılan işlemler sayesinde kelimeler arasındaki ilişkiler daha açık bir şekilde gözlemlenmektedir.

R programlama dili ve R Studio platformu kullanılarak, WhatsApp üzerinden gerçekleştirilmiş görüşmelerde kimin ne kadar mesaj attığı, hangi ay, gün ve saat dilimlerinde sıklıkla sohbet edildiği ve en sık kullanılan kelimelerin grafik çıkarım işlemi gibi işlemler yapılmıştır.

Sosyal ağlarda bir zaman aralığında atılan veriler kullanılarak, farklı cinsiyet ve yaş gruplarının ürün tercihleri ve

yönelimleri ile ilgili analiz çalışmaları gerçekleştirmek, o alandaki mevcut durumun gerçekçi sonuçlarını ortaya koyabilmektedir. Sosyal ağlar bu tip satış pazarlama eğilimleri için kullanılabilirliği gibi öğretim etkinlikleri için de kullanılma kapasiteleri bulunmaktadır. Bir sonraki çalışmada öğrenci gruplarının eğitim-öğretim yarıyılı içerisinde, ders faaliyetlerinde ve iletişimlerinde kullandıkları sosyal ağların analizinin gerçekleştirilmesi ve bu analiz sonuçlarına göre öğrenme güçlüğü yaşanan durumların tespit edilmesinin sağlanması planlanmaktadır.

### Kaynaklar

- [1] Twitter number of users worldwide , <https://www.statista.com/statistics/303681/twitter-users-worldwide/>, (Temmuz 2017)
- [2] Number of monthly active WhatsApp users worldwide, <https://www.statista.com/statistics/260819/number-of-monthly-active-whatsapp-users/>, (Temmuz 2017)
- [3] Nasution, M. K., Sitompul, O. S., Sinulingga, E. P., & Noah, S. A. (2016). *An extracted social network mining*. Paper presented at the SAI Computing Conference (SAI), 2016.
- [4] RStudio- Open source and enterprise-ready professional software for R., <https://www.rstudio.com/> (Temmuz 2017)
- [5] Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: a language for data analysis and graphics. *Journal of computational and graphical statistics*, 5(3), 299-314.
- [6] Alrubaian, M., Al-Qurishi, M., Al-Rakhami, M., Hassan, M. M., & Alamri, A. (2017). Reputation-based credibility analysis of Twitter social network users. *Concurrency and Computation-Practice & Experience*, 29(7). doi: ARTN e387310.1002/cpe.3873
- [7] Zhang, K. P., Bhattacharyya, S., & Ram, S. (2016). Large-Scale Network Analysis for Online Social Brand Advertising, *Mis Quarterly*, 40(4), 849-+.
- [8] Iglesias, J. A., Garcia-Cuerva, A., Ledezma, A., Sanchis, A., & Ieee. (2016, Oct 09-12). *Social Network Analysis: Evolving Twitter*. Paper presented at the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Budapest, HUNGARY.
- [9] Abascal-Mena, R., Lema, R., & Sedes, F. (2015). Detecting sociosemantic communities by applying social network analysis in tweets. [Article]. *Social Network Analysis and Mining*, 5(1), 17. doi: 10.1007/s13278-015-0280-2
- [10] Kılınc, D., Borandağ, E., Yücalar, F., Tunali, V., Şimşek, M., & Özçift, A. (2016). KNN Algoritması ve R Dili ile Metin Madenciliği Kullanılarak Bilimsel Makale Tasnifi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 28(3), 89-94.

# Görme Engelli Bireyler için Mobil Uyarı Sisteminin Geliştirilmesi

## Development Of Mobile Warning System For The Visually Impaired People

Erman ÜNAL<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0002-5042-7462), Yrd.Doç.Dr. Hüseyin YÜCE<sup>2</sup> (ORCID ID: 0000-0001-5525-7733)

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik – Elektronik Mühendisliği (Türkçe)

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği

### Öz

Görme engelli bireyler, gündelik yaşamlarında birçok problemle karşılaşmaktadırlar. Özellikle büyük şehirlerde olmak üzere belediyeler ve özel şirketler tarafından yapılan alt yapı çalışmaları görme engelli bireylerin hayatlarını zaman zaman olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada; gündelik hayatı büyük ölçüde kolaylaştırması sebebiyle gittikçe yaygınlaşan Android işletim sistemine sahip mobil cihazların GPS özelliği kullanılarak mevcut konumu algılanıp, internet üzerinden web servisler vasıtasıyla alt yapı ve inşaat çalışmalarının yapıldığı işaretli koordinatlar alınmaktadır. Cihazın bu koordinatlara olan uzaklığına göre görme engelli bireyleri uyarın bir mobil program geliştirilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Android, Görme Engelli, GPS, Mobil Cihaz, Xamarin

### Abstract

The visually impaired people face many problems in their daily lives. Especially in big cities, infrastructure works done by municipalities and private companies sometimes affect the lives of the visually impaired people in the negative direction. In this study; The current location is detected using the GPS feature of mobile devices with the Android operating system that are becoming increasingly popular due to the fact that everyday life is greatly facilitated, the marked coordinates of the infrastructure and construction works are taken via web services on the internet. It is aimed to develop a mobile program that warns the visually impaired individuals according to the distance of the device from these coordinates.

**Keywords:** Android, The Visually Impaired People, GPS, Mobile Device, Xamarin

## I. GİRİŞ

İşığı hiç algılayamayan veya gün ışığında her iki göz ile birlikte 3 metre uzaklıktan bir elin parmaklarını sayabilecek kadar ışığı algılayamayan insanlar “görme engelli” olarak kabul edilmektedir. Tıbbi olarak bakıldığında, Snellen Harf Tablosundaki en büyük harfi 3 metre uzaklıktan her iki göz ile birlikte göremeyen kişiler “kör” olarak kabul edilmektedir. Ayrıca herhangi bir kazadan dolayı veya doğuştan gözde veya beyinde oluşan bir bozukluğa veya hastalığa dayalı olarak görme yeteneği azalmış veya kısmi olarak görme yeteneğini kaybetmiş kişiler de “görme engelli” olarak kabul edilirler [1].

Görme engelli bireylerin gündelik hayatları belediyelerin veya özel firmaların yaptığı inşaat faaliyetleri nedeniyle olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Belediyeler; il ve ilçe gibi yerleşim yerlerinin temizlik, su, toplu taşıma, yol ve kaldırımları aydınlatma işleri, esnafın denetimi ve kontrolü

gibi kamu hizmetlerinden sorumlu kamu kurumlarıdır. Dolayısıyla halka en yakın devlet kurumları olmalarından dolayı sorumluluk sahibi oldukları alanlarda insanların hayatlarını kolaylaştıracak şekilde güncel teknolojilerin de kullanıldığı alt yapıyı hazırlamak ve teknolojiyi halka en iyi hizmeti verecek şekilde sunmak için vatandaşın yaşam koşullarını ve kalitesini yükseltmekle görevlidirler. Belediyelerin hayat standartlarını yükseltme çalışmalarına, özel sektörün de desteği olabilmektedir [2].

Gelişen teknoloji ve internet sayesinde insanlar arasında, iletişimi ve gündelik hayatı büyük ölçüde kolaylaştırması sebebiyle taşınabilir cihaz (telefon, tablet, saat v.b.) kullanımı gittikçe yaygınlaşmış durumdadır. Mobil cihazlar küçük olmasına karşılık masaüstü ve diz üstü bilgisayarlarla yarışabilecek duruma gelmiştir. Hatta tümleşik sensörler barındırdığı için bazı durumlarda daha avantajlı olabilmektedir.

Period	Android	iOS	Windows Phone	Others
2015Q4	79.6%	18.7%	1.2%	0.5%
2016Q1	83.5%	15.4%	0.8%	0.4%
2016Q2	87.6%	11.7%	0.4%	0.3%
2016Q3	86.8%	12.5%	0.3%	0.4%

Şekil 1: İşletim sistemlerine göre cep telefonu satış yüzdeleri tablosu [3].

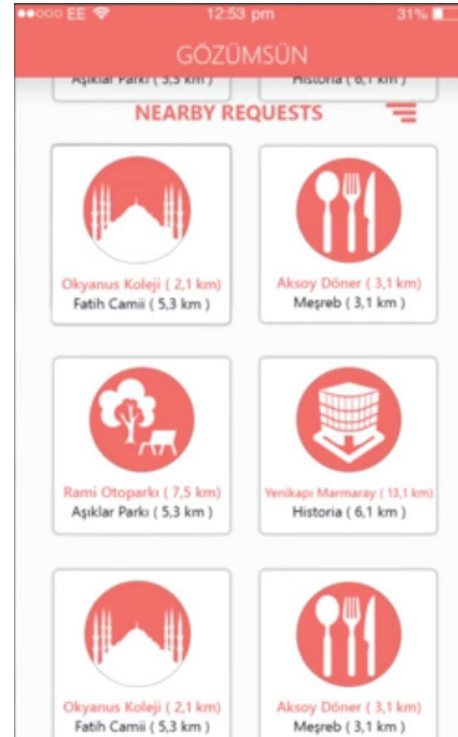
Şekil 1’de en çok kullanılan akıllı mobil cihazlardan olan cep telefonların işletim sistemlerine göre satış yüzdeleri gösterilmiştir. Bu tabloya göre Android işletim sistemine sahip cep telefonlarının yüzdesi oldukça yüksektir. Android işletim sistemi Google, Open Handset Alliance ve bağımsız yazılım grupları tarafından geliştirilmeye devam edilmektedir. Başlangıçta akıllı telefonlar ve tabletlerde kullanılsa da günümüzde dijital kameralar, oyun konsolları, televizyonlar, otomobiller hatta saatler gibi birçok cihazda kullanılmaya başlanmıştır [4].

Taşınabilir cihazların sağladığı kolaylıklardan birisi de GPS (Küresel Konum Belirleme Sistemi) sistemidir. GPS sistemi, belirli yörüngelerde konumlanan uydulardan düzenli olarak alınan konum ve zamanlama bilgileri ile dünya üzerindeki herhangi bir yerin konumunu tespit etmek için kullanılan bir sistemdir. Bilgiler, doğrudan uydudan yayınlandığı için bu sistem dünya üzerinde her yerde kullanılabilir [5]. Akıllı cihazlarda konum tespiti iki şekilde yapılır. Bunlar; akıllı cihazların baz istasyonlarına olan uzaklıklarının orantısal hesabı ile konum tespiti yapılması ve GPS uydularının yaydığı sinyallerin mobil cihazlar tarafından çözümlenerek konum tespiti yapılmasıdır. Baz istasyonları ile konum tespiti yapılmasında, yanılma oranı daha yüksektir. Açık alanda GPS sinyallerinin çözümlenerek konum tespitinin yapılmasında ise yanılma oranı çok daha azdır [6].

Görme engellilere yardımcı olmak amacıyla mobil cihazların imkanları da kullanılarak birçok uygulama geliştirilmiştir. Trafik ışıklarının durumunun bildirilmesi, mobil cihazın GPS özelliği kullanılarak yönlendirme yapılması, mobil cihazın kamerası kullanılarak görüntü işleme ve yönlendirme gibi birçok uygulama geliştirilmiştir. Aşağıda, yapılan çalışma ile benzer özelliklere sahip uygulamaların bazıları genel olarak incelenmiştir.

### 2.1 Gözüksün Uygulaması

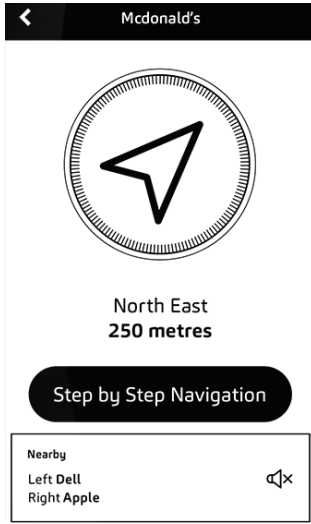
Görme engelli bireylere yardımcı olması amacıyla geliştirilen uygulamalardan bir tanesi Gözüksün uygulamasıdır. Bu uygulamada görme engelli birey mobil cihazından ihtiyacına göre yardım talebinde bulunur. Sisteme kayıtlı olan refakatçiler bu talepleri görüntüler. İki tarafın da yardım talebini kabul etmesi durumunda görme engelli bireyin adres ve konum bilgileri refakatçiye gönderilir [7]. Gözüksün uygulaması Üsküdar Üniversitesi’nin düzenlediği 4. Bilim ve Fikir Festivali’nde Sosyal Bilimler kategorisinde birincilik ödülü almıştır [8].



Şekil 2: Gözüksün Uygulamasının Görünümü

## 2.2 LoudSteps Uygulaması

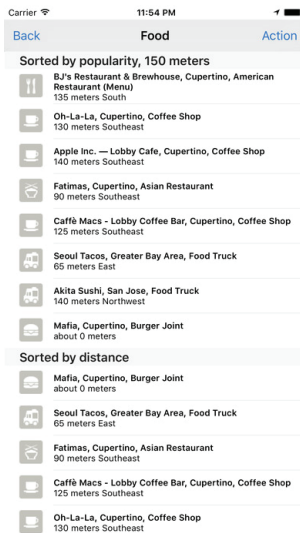
Görme engelli bireylere faydalı olması amacıyla geliştirilen diğer bir uygulamada LoudSteps uygulamasıdır. Bu uygulama kapalı mekanlar için geliştirilmiştir. Kapalı mekanlarda bulunan mağazalar ihtiyaca göre gruplandırılmıştır. Görme engeli birey, ihtiyacına göre gideceği mağazaya olan uzaklığı sesli ve görsel olarak bildirilmektedir [9].



Şekil 3: LoudSteps Uygulamasının Görünümü

## 2.3 BlindSquare Uygulaması

Görme engelliler için geliştirilmiş bu uygulama IOS işletim sistemi için geliştirilmiştir. Uygulamanın amacı LoudSteps uygulamasına benzemektedir. Uygulama Foursquare ve Open Street Map üzerindeki popüler mekanlara olan uzaklığı bildirme ve yönlendirme mantığına dayanmaktadır [10].



Şekil 4: BlindSquare Uygulamasının Görünümü

## III. KULLANILAN TEKNOLOJİLER

### 3.1 Xamarin Platformu

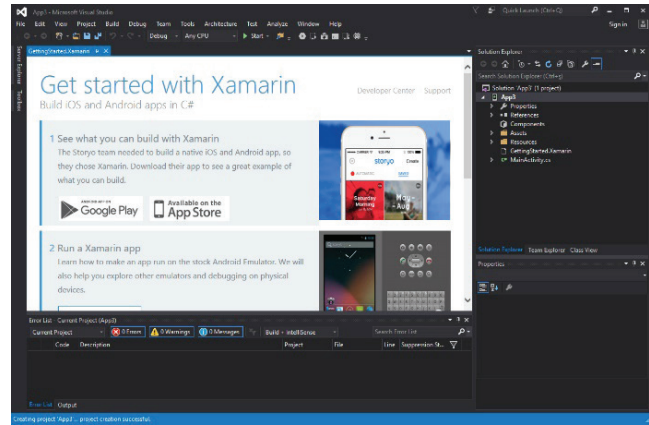
Xamarin, C# programlama dilinde Android, IOS ve Windows Phone mobil işletim sistemleri üzerinde uygulama geliştirmeyi sağlayan bir platformdur. Çoklu platform desteğine sahiptir.

Yani Xamarin, farklı mobil işletim sistemlerinin derleyicilerine sahip olduğu için bir mobil işletim sistemi için geliştirilen uygulama diğer mobil işletim sistemlerinde de sorunsuz şekilde çalışmaktadır [11].



Şekil 5: Cross platform yapısı [11].

Şekil 5'de Xamarin'nin çoklu platform yapısı gösterilmiştir.



Şekil 6: Visual Studio ve Xamarin Platformu

Şekil 6'da Microsoft Visual Studio programı ve üzerinde çalışan Xamarin platformu gösterilmiştir. Xamarin'ın resmi web sitesinden Xamarin platformu indirilebilmektedir. Xamarin platformunun ücretsiz bir sürümü olduğu gibi ücretli sürümü de mevcuttur. Ücretli sürümünde çeşitli kolaylıklar sağlayan bileşenlerden faydalanılabilmektedir. Microsoft Visual Studio programının üzerine indirilen Xamarin platformu kurulmalıdır. Böylece Visual Studio programı ve Xamarin platformu uygulama geliştirmeye hazır hale gelmektedir.

### 3.2. PHP Programlama Dili

PHP, açık kaynak kodlu ve sunucu üzerinde çalışan bir programlama dilidir. PHP programlama dilinin kaynak koduna erişilebilir, herhangi bir bedel ödemeksizin kullanılabilir, değiştirilebilir ve ticari bir amaç gütmeyen yeniden dağıtılabılır [12].

### 3.3 MySQL Veri Tabanı Sistemi

Veri tabanı; içerisinde istenilen türde verileri barındıran ve bu verilere erişim imkânı sunup, verilerin yönetilebilme, güncellenebilme, taşınabilme, birbirleri arasında tanımlı ilişkiler bulundurabilme imkânlarını sunan bilgiler kümesidir.

MySQL, çok kullanıcı, çoklu iş parçacıklı, hızlı ve sağlam bir veri tabanı yönetim sistemidir. Windows, UNIX, OS/2 gibi işletim sistemlerinde kullanılmak üzere ücretsiz sürümleri olmakla birlikte ticari amaçlarla kullanılmak üzere ücretli bir lisans seçeneği de mevcuttur. MySQL, açık kaynak kodludur ve farklı platformlar için kullanılabilir sürümleri mevcuttur. Ayrıca ODBC sürücülerini de bulunduğu için birçok farklı geliştirme platformunda sorunsuz kullanılabilir.

MySQL veri tabanında veriler PHP ve ASP gibi sunucu üzerinde çalışabilen web programlama dilleri kullanılarak eklenebilir, silinebilir ve değiştirilebilir [13].

Youtube, Paypal, Google, Facebook, Twitter, Cisco, Ebay, Adobe ve Amazon gibi bilişim dünyasının büyük şirketleri MySQL veri tabanı sistemini kullanmaktadır.

### 3.4 JSON (Javascript Object Notation)

JSON, programlama dillerinden bağımsız olan ve XML yapısal programlama diline alternatif olarak geliştirilen

javascript tabanlı veri transfer yapısıdır. JSON sayesinde veri transferi çok küçük boyutlarda yapılabilmektedir. Bu nitelikleri nedeniyle JSON ile çok hızlı web uygulamaları geliştirilebilir [14].

## IV. MOBİL UYGULAMANIN YAPISI

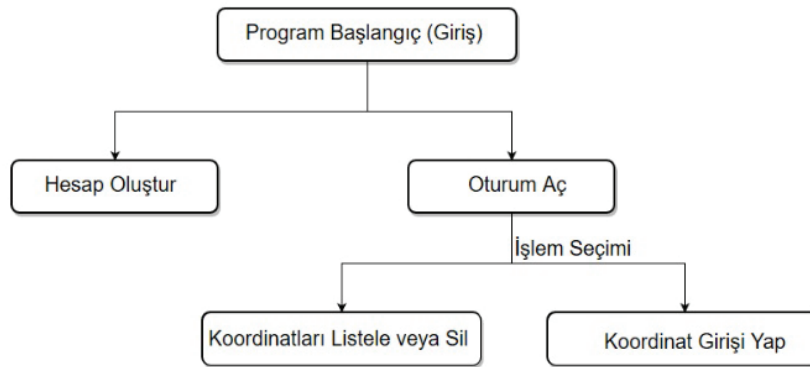
Çalışma sadece uyarı programıdır. Yönlendirme işlevi bulunmamaktadır. Görme engelli bireyin mevcut konumu ile veri tabanında kayıtlı koordinatlara olan uzaklığına göre ses ve titreşim ile uyarı vermektedir. Çalışma iki ayrı programdan meydana gelmektedir.

Veri tabanında kayıtlı, işaretli ve dikkat edilmesi gereken koordinatlara olan uzaklığı göstererek uyarı görevini gerçekleştiren gpsUyari programı; görme engelli bireyin mobil cihazı üzerinde çalışan programdır. Görme engelli bireyin programı mobil cihaz üzerinde çalıştırması yeterlidir. Program, kapatılmayıp arka planda çalışsa dahi uyarı görevini yerine getirmektedir.

İşaretli ve dikkat edilmesi gereken koordinatları, veri tabanına girmek ve yönetmek için gpsUyari Yönetim programı kullanılır. Bu program inşaat ve altyapı faaliyetlerini takip eden kurum, kuruluş veya bireyler tarafından kullanılabilir. Ayrıca bireysel olarak da görme engelli bireylere yardımcı olmak isteyen gönüllü vatandaşlar tarafından da kullanılabilir. İnşaat ve altyapı faaliyetleri belediyelerin denetiminde olması nedeniyle gpsUyari Yönetim programı özellikle belediyeler tarafından kullanılabilir.

İşaretli ve dikkat edilmesi gereken koordinatlara olan uzaklığı gösteren, uzaklığın belirli bir ölçünün altına düşmesi durumunda ses ve titreşimle uyarı veren ve mevcut konum, işaretli koordinatları harita üzerinde gösteren gpsUyari programı kullanılır.

### 4.1 gpsUyari Yönetim Programı



Şekil 7: gpsUyari Yönetim Programı Akış Diyagramı



Şekil 7’de gpsUyari Yönetim programının akış diyagramı gösterilmektedir. Programın kullanımı oldukça basittir. Program çalıştırdıktan sonra “Hesap Oluşturma” ve “Oturum Açma” olmak üzere iki seçenek ekrana gelmektedir. Daha önce herhangi bir hesap oluşturulmamış ise Hesap Oluştur ekranı ile yeni bir hesap oluşturulur. Hesap oluşturulduktan sonra “Oturum Açma” ekranı ile doğrulama işlemi gerçekleştirilir ve “Koordinat Listele veya Sil” ve “Koordinat Girişi Yap” ekranına yönlendirilir. “Koordinat Listele veya Sil” ekranında koordinat yönetimi, “Koordinat Girişi Yap” ekranında ise koordinat girişleri yapılmaktadır.



Şekil 8: gpsUyari Yönetim Programının Giriş Ekranı Görüntüsü

Şekil 8’de gpsUyari Yönetim Programının ekran görüntüsü verilmiştir. Burada iki seçenek mevcuttur. İlk seçenek; Programa giriş ve konum yönetimi işlemleri amacıyla kullanıcı oluşturmak için kullanılan “Hesap Oluştur” seçeneği. İkinci seçenek ise; Mevcut kullanıcı ile programa giriş yaparak koordinatları yönetmek için kullanılan “Mail Adresi ile Oturum Aç” seçeneği. Kullanıcı adı ve parolası doğrulandıktan sonra “İşlem Seçimi” ekranı gelmektedir.



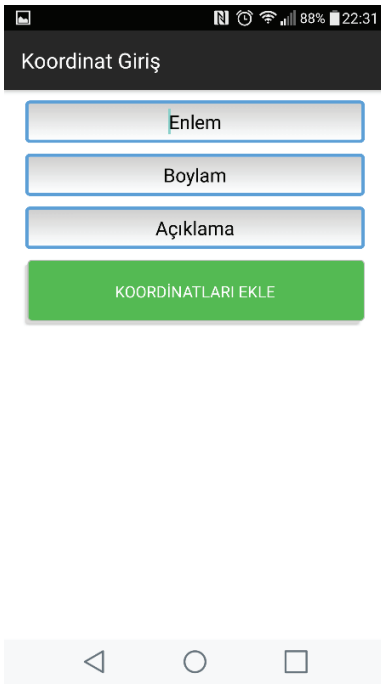
Şekil 9: İşlem Seçim Ekranı

Şekil 9’da İşlem Seçimi ekranı gösterilmiştir. Burada da iki seçenek mevcuttur. İlk seçenek; koordinat yönetimi yapmak için “Koordinatları Listele ve Sil” ekranı. İkinci seçenek ise; koordinat girişi yapmak için kullanılan “Koordinat Girişi Yap” seçeneği.



Şekil 10: Koordinat Listele veya Sil Ekranı

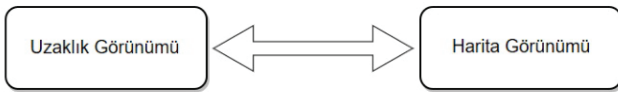
Şekil 10’da koordinat yönetim ekranı gösterilmiştir. Burada veri tabanında kayıtlı tüm koordinatlar listelenir. İstenildiğinde koordinatları silmek için her bir koordinatın yanında “Sil” butonu mevcuttur.



Şekil 11: Koordinat Giriş Ekranı

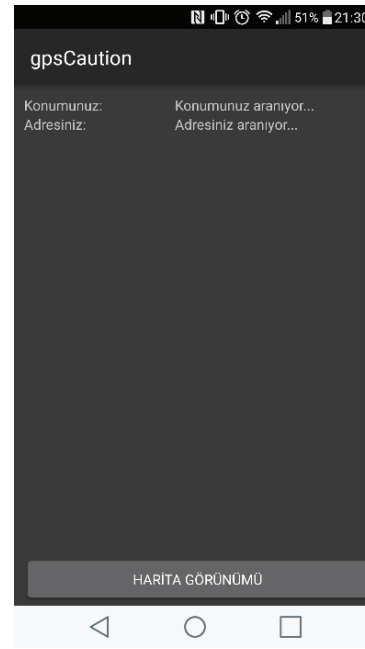
Şekil 11’de Koordinat Giriş Ekranı gösterilmiştir. Bu ekranda koordinat giriş işlemleri yapılmaktadır. Girilen koordinatların adresi internet üzerinden alınıp mahalle, semt ve şehir olarak ayrıştırıldıktan sonra veri tabanına yine internet üzerinden kayıt edilmektedir.

#### 4.2 gpsUyari Programı



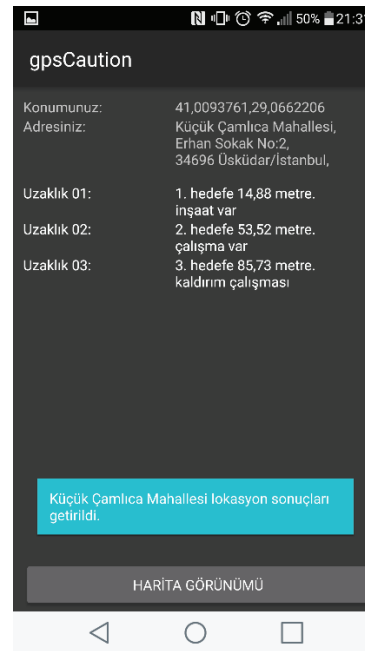
Şekil 12: gpsUyari Programı Blok Diyagramı

Şekil 12’de gpsUyari programının blok diyagramı gösterilmektedir. Görme engelli bireyin mevcut konumu ile veri tabanında kayıtlı koordinatlara olan uzaklıklarını gösteren ekran ve mevcut konum da dahil olmak üzere tüm koordinatları harita üzerinde gösteren ekran olmak üzere iki ekrandan oluşmaktadır. Programın uzaklık görünümü daha az veri transferine ihtiyaç duymaktadır ve daha az güç tüketmektedir. Dolayısıyla görme engelli bireyin mobil cihazında daha çok açık olması gereken ekrandır. Fakat harita görünümü de tercih edilebilir.



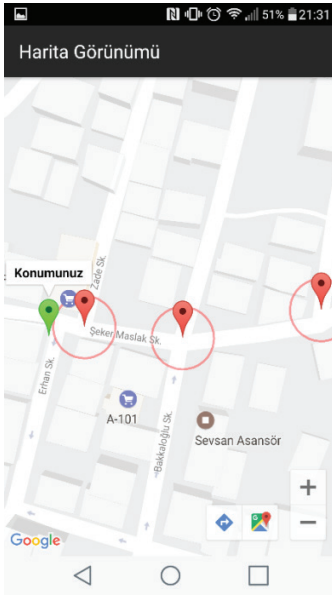
Şekil 13: gpsUyari Programı

Şekil 13’de gpsUyari programı çalıştığında gelen ekran görüntüsü gösterilmiştir. Burada mobil cihazın GPS özelliği açık ve internete bağlı olması gerekmektedir. Mobil cihazın GPS özelliği açık ve internete bağlı olması durumunda, mobil cihazın konumu bulunmaktadır ve bulunan konumun adresi internet üzerinden alınmaktadır.



Şekil 14: gpsUyari Programının Konumu ve Adresi Bulması

Konum ve adres bilgisi bulunduktan sonra internet üzerinden veri tabanına bağlanılır ve aynı mahallede bulunan koordinatlara olan tüm uzaklıklar liste halinde gösterilmektedir. Şekil 14’de bulunan konum ve adres bilgisi ve aynı mahallede bulunan koordinata olan uzaklık gösterilmiştir. Birden fazla koordinat bulunması halinde bu koordinatlara olan uzaklıklar kendi aralarında sıralanmaktadır. En yakın uzaklık ilk sıraya yerleşmektedir. İlk uzaklığın 10 metre veya altında olması durumunda program ses ve titreşim ile görme engelli bireyi uyarmaktadır. Buradaki uyarı, görme engelli bireyin işaretli ve dikkat etmesi gereken konuma olan uzaklığı sadece 10 m’nin altına düştüğünde yapılmaktadır. İhtiyaca göre veri tabanındaki koordinatlara olan tüm uzaklıklar herhangi bir kısıt olmadan sesli olarak veya Talk-Back aracılığıyla bildirilebilir.



Şekil 15: Harita Görünümü

Şekil 15’de işaretli koordinatlar ve mevcut konum harita üzerinde gösterilmektedir. Yeşil imleç mevcut konumu, kırmızı imleç ise inşaat çalışması yapılan ve dikkat edilmesi gereken konumları göstermektedir. Kırmızı imlecin çevresinde bulunan kırmızı çember ise programın uyarı vereceği etki alanını göstermektedir. Mevcut konum bu çemberlerin içinde ise program ses ve titreşimle uyarı vererek görme engelli bireyleri uyarmaktadır. Etki alanının işaretli koordinata olan uzaklığı 10 m’dir.

#### 4.3 Uygulamanın Doğrulaması

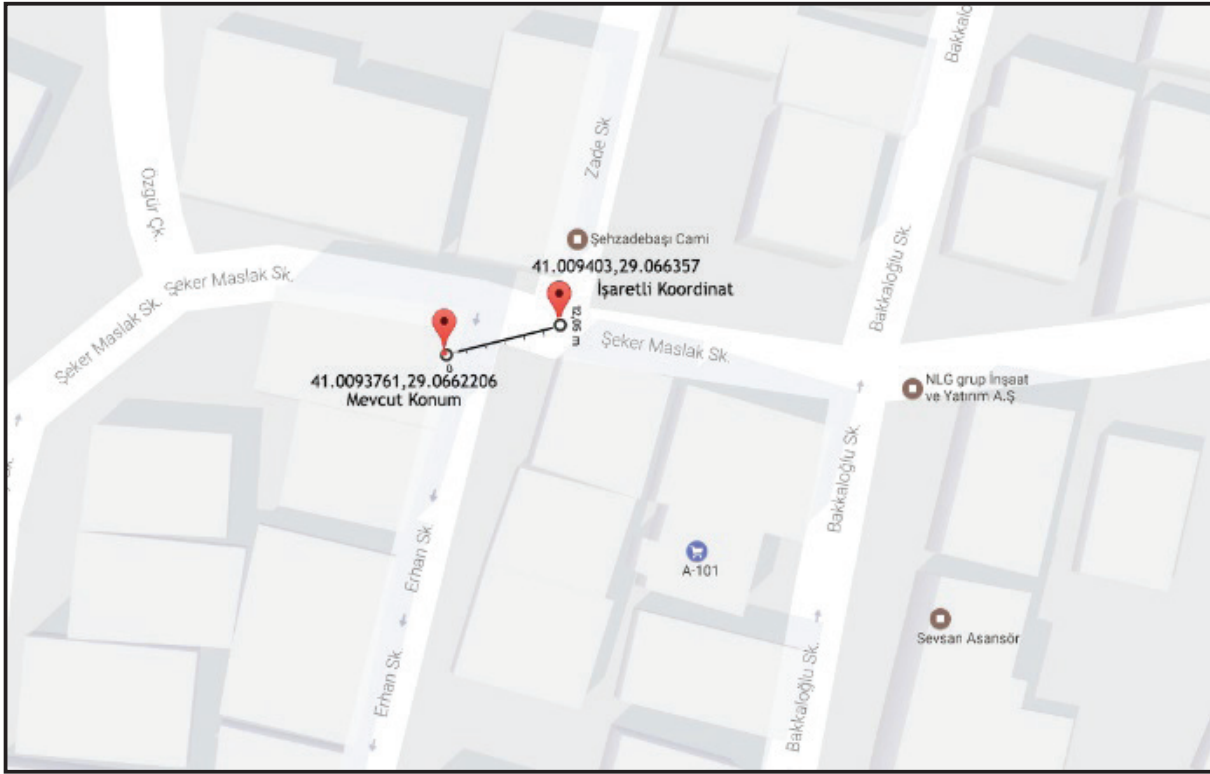
```

5 {6}
6 {6}
7 {6}
8 {6}
  ID : 128
  koor : 41.009403, 29.066357
  lokAdi : inşaat var
  mahalle : Küçük Çamlıca Mahallesi
  semt : Üsküdar
  şehir : İstanbul
9 {6}
  ID : 129
  koor : 41.009371, 29.066732
  lokAdi : çalışma var
  mahalle : Küçük Çamlıca Mahallesi
  semt : Üsküdar
  şehir : İstanbul
10 {6}
  ID : 130
  koor : 41.009452, 29.067260
  lokAdi : kaldırım çalışması
  mahalle : Küçük Çamlıca Mahallesi
  semt : Üsküdar
  şehir : İstanbul

```

Şekil 16: JSON Çıktısı

Şekil 16’de internet üzerinde bir sunucuda bulunan veri tabanındaki tüm koordinatların JSON çıktısı görünmektedir.



Şekil 17: Doğrulama Ekranı

Şekil 17’de iki konum arasındaki uzaklığın doğrulanması yapılmıştır. Doğrulama, üzerinde Android işletim sistemi çalışan bir cep telefonunda yapılmıştır. gpsUyari programının gösterdiği akıllı mobil cihazın mevcut koordinatları 41.0093761, 29.0662206’dır. Veri tabanında kayıtlı ve aynı mahallede olan işaretli konumun koordinatları ise 41.009403, 29.066357’dir. Aradaki uzaklık 12,05 m’dir. gpsUyari programında gösterilen uzaklık ise 14,88 m’dir. Mobil cihazın kapalı bir alanda olması ve GPS sinyallerinin net bir şekilde alınamamasından dolayı mevcut mobil cihazın konumu, mobil cihazın baz istasyonlarına olan orantısız uzaklığı kullanılarak hesaplanmıştır. Hata oranının yüksek olmasından dolayı, mevcut konum ve işaretli koordinat arasındaki uzaklık farkı 2,83 m olarak ölçülmüştür. Kullanılan mobil cihazın kaliteli olması ve açık alanda GPS sinyallerinin net bir şekilde alınması durumunda ölçümler ve konumlar arası uzaklık daha hassas olacaktır.

## V. TARTIŞMA

Yukarıda belirtilen uygulamalardan Gözümsün uygulaması, yapılan çalışmadan farklı bir uygulamadır. Fakat mobil cihazların GPS ve MAP özelliği kullanılması nedeniyle incelenmeye değer görülmüştür.

LoudSteps uygulaması, yapılan çalışma ile benzer özelliklere sahiptir. Fakat kapalı mekanlarda mağazalara olan uzaklığı bildirerek ve yönlendirerek yardımcı olması amacıyla geliştirilmiştir. Bilindiği üzere kapalı mekanlarda GPS sinyalleri yeteri kadar alınamamaktadır. Bu sebeple uygulamanın doğru bir şekilde çalışması için ekstra donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Kapalı mekanda cihaz kendi konumunu tespit edebilmesi için çok sayıda bluetooth cihaza ihtiyaç duymaktadır. Bu mekanlar için ekstra maliyet gerektirmektedir.

BlindSquare uygulaması, Foursquare ve Open Street Map üzerinden popüler mekanlara olan uzaklığı görme engelli bireylere bildirerek ve onları yönlendirerek yardımcı olmaktadır.

Yapılan çalışma BlindSquare uygulaması ile benzer özelliklere sahiptir. Fakat popüler mekanlara olan uzaklığı değil görme engelli bireyin bulunduğu yerin yakınlarında bulunan inşaat ve altyapı çalışmalarına olan uzaklığı bildirmektedir. Böylece görme engelli bireylerin yaşayacakları yaralanma gibi herhangi bir olumsuz durumla karşılaşmaması ve dikkat etmeleri amaçlanmıştır. Program oldukça sade ve mobil cihazın kaynaklarını mümkün olduğunca az kullanmaktadır. İstenildiği takdirde harita görünümü kullanılabilir.

## VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma akıllı belediyecilik kapsamında belediyeler tarafından görme engelli bireylerin gündelik hayatlarını kolaylaştırmaları açısından yardımcı olacaktır. Belediyeler veya özel firmalar tarafından bilinçsizce ve güvenlik önlemleri alınmadan yapılan altyapı ve inşaat faaliyetleri sonucunda normal vatandaşlar dahi zarar görebilmektedir. Ancak geliştirilen bu mobil uygulama sayesinde görme engelli vatandaşlar, ses ve titreşim ile uyarılarak daha dikkatli olmaları sağlanmıştır. Akıllı telefonların kolay taşınabilir olması ve sağladığı GPS ve internet gibi avantajlar kullanılarak geliştirilen mobil uygulama sayesinde görme engelli bireylere yardımcı olmaya çalışılmıştır.

Ayrıca insanların belirli koordinatlara yaklaştıklarında hatırlatma ve uyarı amacına yönelik olarak da kullanılabilir. Bu çalışma, veri tabanında bulunan koordinatlara internet üzerinden erişilerek ve bu koordinatlara olan uzaklığı kullanmayı amaçlayan diğer uygulama geliştirme çalışmalarına da yardımcı olabilir. Bu çalışma farklı ihtiyaçlara göre daha da geliştirilmeye açıktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Yücel, C.Y., & Acartürk, C., (2006). *Görme Engelliler için Web Sayfalarında Erişilebilirliğin Sağlanması*. 8. Akademik Bilişim Konferansı, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 09-11 Şubat 2006.
- [2] *Akıllı Belediyecilik Zirvesi*, “<http://www.abz.com.tr/>”, Erişim Tarihi: 09.11.2016
- [3] IDC: *Smartphone OS Market Share 2016,2015* “<http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>”- Erişim Tarihi: 01.06.2017
- [4] KH'TOUR, M., (2015). *Android Tabanlı Hastane Uygulaması*. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale
- [5] Aydın, H.,(2012). *GPS Kullanılarak Sporcu Takip Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi*. Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- [6] Şimşek, M. A. & Erdemli, T. & Taşdelen, K. (2013). Android Cihazlarda Konum Tespiti ve Aktarılması. XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 23-25 Ocak 2013
- [7] *Gözüksün*, “<http://gozumsun.net/>”, Erişim Tarihi: 01.06.2017
- [8] *Görmeyene Göz, Konuşamayana Ses Oldular*, “<http://www.uskudar.edu.tr/tr/icerik/2193/>”, Erişim Tarihi: 01.06.2017
- [9] *Loud Steps*, “<http://www.loudsteps.com/>”, Erişim Tarihi: 01.06.2017
- [10] *BlindSquare*, <http://blindsquare.com>, Erişim Tarihi: 01.06.2017
- [11] *Mobile App Development & App Creation Software- Xamarin*, “<http://www.xamarin.com/>”, Erişim Tarihi: 15.12.2016
- [12] PHP: Hypertext Preprocessor, “<http://www.php.net/>”, Erişim Tarihi: 04.11.2016
- [13] MySQL, “<http://www.mysql.com/>”, Erişim Tarihi: 04.11.2016
- [14] JSON Introduction, “[http://www.w3schools.com/js/js\\_json\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/js/js_json_intro.asp)”, Erişim Tarihi:06.11.2016

# Ergene Nehir Suyunun Soğan (*Allium cepa* L.) Kök Ucu Hücrelerinde Genotoksik Etkisinin Değerlendirilmesi

## Evaluation Of Genotoxic Effects On Onion (*Allium cepa* L.) Root Tip Cell Of Ergene River Water

Martin Orlinov KANEV<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0001-8482-5074), Kezban ÖZDEMİR<sup>1</sup> (ORCID ID: 0000-0002-9758-9581), Fulya Dilek GÖKALP<sup>2</sup> (ORCID ID: 0000-0001-8219-6657)

<sup>1</sup> Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı, 22000, Edirne, Türkiye

<sup>2</sup> Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 22000, Edirne, Türkiye

### Öz

Türkiye’de endüstriyel hareketlerin artması ile birlikte, Trakya bölgesinde organize sanayi alanları kurulmuş ve bunun sonucunda özellikle Trakya bölgesini besleyen Ergene Nehri ve çevre alanlarında kirlilik artmıştır. Bu çalışmada, Ergene nehir suyunun *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde genotoksik ve sitotoksik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada Ergene nehir suyundan iki farklı istasyondan aynı dönemde alınan su örnekleri 0.1/100 mL, 1/100 mL, 5/100 mL, 10/100 mL, 20/100 mL ve 40/100 mL konsantrasyonlar ile soğan (*Allium cepa* L.) kök ucu hücreleri 24 saat muamele edilerek sitogenetik anormallikler belirlenmiş ve mitotik indeks hesaplanmıştır. Her iki istasyondan alınan örneklerin, uygulanan tüm dozlarında mitotik anormallikleri kontrole göre anlamlı bir şekilde arttırdığı ve mitotik indeksi anlamlı olarak değiştirdiği belirlenmiştir. En fazla gözlenen mitotik anormallikler kromozomlarda asenkronizasyon, yanlış kutuplaşma ve C-mitozdur. Sonuçlar Ergene nehir suyunun *A. cepa* testinde genotoksik ve sitotoksik etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ergene Nehri, *Allium cepa*, sitotoksikite, genotoksikite.

### Abstract

As a result of industrialization movement in Turkey, organized industrial zone have been established in Thrace, and especially pollution reached significant size in there and their surrounding area. In the present study, it was aimed to study the genotoxic and cytotoxic effects of the Ergene River water on *Allium cepa* root tip cells. In the study, Ergene river water samples taken at the same time from two different stations. Samples were exposed with 0.1/100 mL, 1/100 mL, 5/100 mL, 10/100 mL, 20/100 mL, and 40/100 mL doses for 24 hours on onion (*Allium cepa* L.) root tip cells, and cytogenetic abnormalities and mitotic index were investigated. On applied all doses of both stations, mitotic abnormalities were significantly increased compared with control, and mitotic index was significantly changed. The most observed mitotic abnormalities in chromosomes are asenkronizasyon, incorrect polarization, and C-mitosis. The results indicated that the Ergene River has genotoxic, and cytotoxic effects on *A. cepa*.

**Keywords:** Ergene River, *Allium cepa*, cytotoxicity, genotoxicity

### I. Giriş

Gelişmekte olan ülkelerde insan nüfusunun artması sonucu ortaya çıkan şehirleşme ve endüstrileşme giderek artan kirliliğe neden olmaktadır. Kentsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar, yüzey sularında ve sedimentlerde kirliliğin artmasına neden olmakta ve bu durum ekosistem ile ilişkili biyota için tehlike oluşturmaktadır [1]. Genotoksik bileşikler tarafından

suların kirlenmesi dünya çapında bir sorundur. Çevre ve su kalitesinin değerlendirilmesinde fiziksel ve kimyasal analizler ile birlikte birçok toksisite ve özellikle genotoksikite testleri birlikte kullanılmaktadır [2].

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de artan endüstrileşme özellikle 1970’ler sonrası Trakya’nın giderek kirlenmesine yol açmıştır. Ergene Nehri, Trakya Bölgesinin

ortasında yer almaktadır. Endüstriyel, evsel ve tarımsal uygulamalar nehir boyunca devam ettiği için nehre kirleticiler yoğun olarak dökülmektedir. Ergene Nehri, Tekirdağ ilinde bulunan Istranca Dağlarından kaynağını almaktadır. Meriç Nehri ile birleşerek Saroz Körfezinden Ege Denizi'ne dökülmektedir. Uzunluğu 283 km ve nehir havzası 11,000 km<sup>2</sup> dir. Yıllık olarak 1.71 milyar m<sup>3</sup> su hacmi mevcuttur (evsel atık suyu 230,000 m<sup>3</sup>/gün; endüstriyel atık suyu 330,000 m<sup>3</sup>/gün). Ergene Havzasında sanayi tesislerinin yanında çeşitli tarım alanları bulunmaktadır. Bu bölgede konumlanan sanayi kuruluşları çok miktarda su kullanmakta ve kullandıkları bu suyu atık olarak nehre boşaltmaktadırlar. Nehir ile tarım arazileri sulanmakta; tarım arazilerinde yoğun pestisit kullanılmasıyla da yer altı sularına karışarak kirlilik daha da artmaktadır [3, 4]. Dünyada sucul ekosistemlere özellikle nehir sularının kirlenmesine ilgi giderek artmaktadır. Suların kirlenmesi sonucu birçok nehirde canlılık yok olmakta veya azalmaktadır. Ayrıca bu nehirler ile sulanan arazilerde yetiştirilen ürünlerde verim azalmaktadır [5].

Nehir suyu gibi karmaşık çevresel örneklerin değerlendirilmesi ve izlenmesi için mikroorganizmalar ve memeli hücrelerini içeren çeşitli toksisite testleri kullanılmaktadır. Bitki analizleri ağır metaller, hidrofil ve lipofil kimyasallar dahil olmak üzere birçok çevre kirleticisine oldukça duyarlı olup özellikle karışımlarının potansiyel sinerjik etkilerinin izlenmesi için kullanılmaktadır [6]. Yüksek bitkiler sitolojik analizler için uygundur ve bu bitkilerle yapılan testler diğer biyolojik sistemler ile yüksek derecede ilişki göstermektedir, bu nedenle bitki testlerinin kullanılması genotoksitenin belirlenmesinde önem arz etmektedir [7]. Soğan (*Allium cepa*) kök ucu hücrelerinde kök morfolojisi ve büyüme, mitotik indeks, mikronükleus, kromozom anormallikleri gibi morfolojik ve sitogenetik faktörler toksik etkinin belirlenmesi için kullanılan parametrelerdir [8]. *Allium* test gerek kimyasal gerekse fiziksel ajanlara verdiği hassas cevap nedeniyle ekotoksikolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntem haline gelmiştir [9, 10].

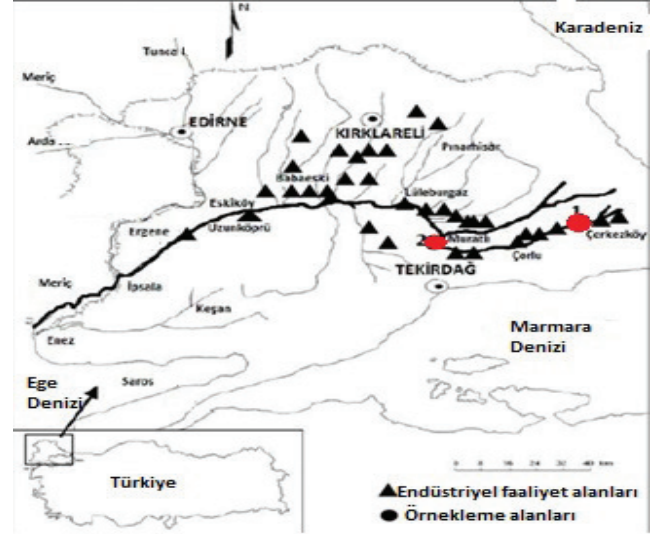
Bu çalışmanın amacı, son yıllarda endüstrileşme ve şehirleşme sonucu kirlilik oranı gittikçe artan Ergene nehir suyundan evsel ve endüstriyel atıkların boşaltıldığı iki farklı istasyondan aynı dönemde alınan su örneklerinin *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde genotoksik etkisinin belirlenmesidir.

## II. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı ve Örneklem

Çalışmada kullanılacak su örnekleri Şekil 1'de gösterilen, Ergene Nehri boyunca kirleticilerin en fazla giriş gösterdiği 2 istasyondan (istasyon 1 Çerkezköy 41°17'00"N-28°00'00"E; istasyon 2 Muratlı 41°10'27"N-27°30'31"E) alınmıştır. Su

örnekleri 2012 Temmuz ayında, koyu renkli şişelere eşit hacimde uygun yöntemlerle alınmış ve çalışmanın yapılacağı laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 1. Ergene Nehri'nden örnek alınan istasyonlar. 1 numaralı istasyon evsel atıkların; 2 numaralı istasyon ise endüstriyel atıkların yoğun olarak boşaltıldığı alanlar olarak seçilmiştir.

### 2.2. Deney Dizayını

Çalışmada kullanılacak soğanlar, eşit büyüklükte, çimlenmemiş ve morfolojik olarak hasar görmemiş şekilde seçilmiştir. Negatif kontrol olarak saf su ve uygulama dozları olarak saf su ile seyreltilmiş 0.1/100 mL, 1/100 mL, 5/100 mL, 10 mL/100 mL, 20/100 mL ve 40/100 mL Ergene Nehrinden alınan su örnekleri kullanılmıştır. Soğanlar 2-3 cm kök salana kadar saf su içinde bekletilmiş ve sağlıklı çimlenen soğanlar deney materyali olarak kullanılmıştır. Her doz için 5 adet soğan Ergene Nehri suları ile 24 saat 25 °C'de muamele edilmiştir. 24 saat sonunda soğan kökleri 1-2 cm olacak şekilde kesilmiş ve 3:1 alkol:glasiyal asetik asit içine alınmış, 1 gece +4 °C'de bekletilmiştir. Mikroskopik inceleme yapılan kadar kökler % 70 alkol içinde bekletilmiştir.

### 2.3. Su örneklerinde metal düzeylerinin belirlenmesi

Metal düzeylerinin belirlenmesi amacıyla alınan su örneklerine 5 ml HNO<sub>3</sub> eklenmiş ve ölçüm yapılan kadar -20 °C'de bekletilmiştir. Örnekler ICP-MS (Agilent 7700 xx, USA) oto örneklem sisteminde high matrix yöntemine göre okutulmuştur [11].

### 2.4. Kromozom anormalliklerinin belirlenmesi

Mikroskopik inceleme öncesi kökler saat camına alınmış % 2'lik aseto orsein + 1 damla 1N HCl içinde 40 dakika

bekletilmiştir. Süre sonunda kökler 1 damla % 2'lik aseto orsein + 1 damla % 45'lik asetik asit içinde jilet yardımıyla parçalanmıştır. Kromozom anormalliklerinin belirlenmesi amacıyla her bir konsantrasyon için 5 adet kök ucundan hazırlanan her preparatta ışık mikroskopunda 300 adet hücre sayılmıştır. Anormallikler mitoz bölünmenin her safhasında aranmış ve en sık görülen anormalliklerin Olympus CX22 ışık mikroskopunda 40x büyütmede fotoğrafları çekilmiştir.

### 2.5. Mitotik İndeksin Belirlenmesi

Mitotik indeks belirlenmesi için her dozda bölünen ve bölünmeyen hücreler olmak üzere 1000 hücre sayılmış ve mitotik indeks için bölünen hücrelerin sayısı kullanılmıştır. Mitotik indeks hesabında;

Mitotik indeks (%) = (Bölünen hücre sayısı / Toplam hücre sayısı) x 100 formülü kullanılmıştır.

### 2.6. İstatiksel Analiz

Kromozom anormalliklerinin toplam sayısının istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 17.0'da Tukey testi ile; mitotik indeks değerleri yine aynı programda Independent sample t test ile değerlendirilmiştir. Uygulanan dozlar ile oluşan kromozom anormalliklerinin toplam sayısı arasındaki ilişki korelasyon testi ile değerlendirilmiştir.

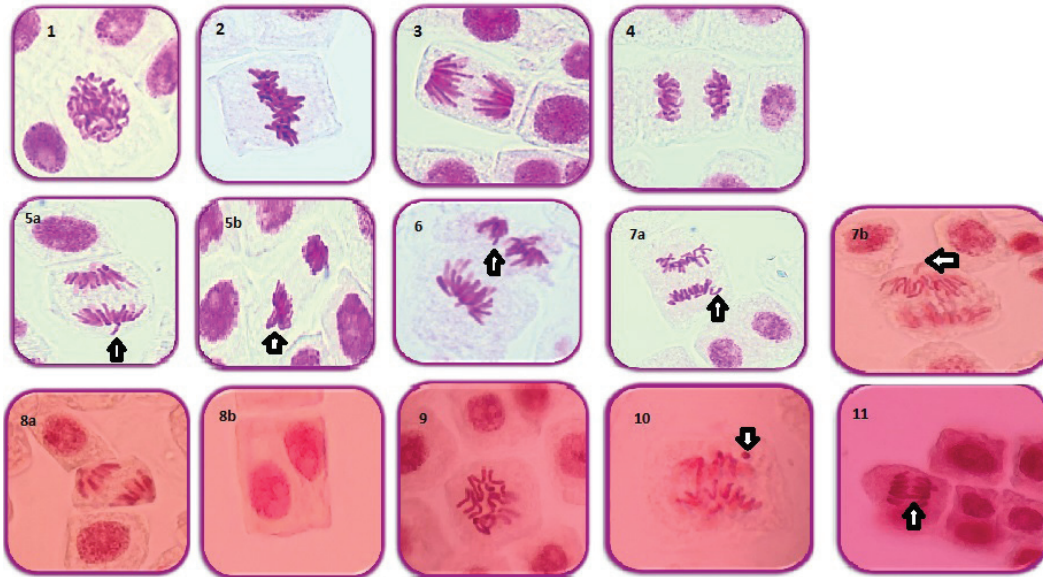
### 3. Sonuçlar

Çalışmada ICP metodu ile su örneklerinde metal düzeyleri belirlenmiş ve hem evsel hem de endüstriyel atıkların boşaldığı alanlardan alınan su örneklerinin Tablo 1'de gösterildiği üzere kıta içi su kaynakları yönetmeliğinde belirlenen değerlere göre alüminyum, mangan, bakır ve arsenik düzeylerinde artış olduğu görülmektedir [12].

**Tablo 1.** Kıta içi su kaynaklarının içerdikleri metal miktarına göre sınıflandırılarak belirlenmiş kalite kriterleri ve örnek alınan bölgelere ait sularda saptanan metal düzeyleri

Metaller	1. İstasyon	Dahil Olduğu Su Sınıfı	2. İstasyon	Dahil Olduğu Su Sınıfı
Alüminyum (µg Al/L)	183,309	IV	246,788	IV
Arsenik (µg As/L)	33,442	II	38,734	II
Bakır (µg Cu/L)	30,190	II	3,876	I
Baryum (µg Ba/L)	86,755	I	94,037	I
Çinko (µg Zn/L)	97,244	I	22,269	I
Demir (µg Fe/L)	215,120	I	169,160	I
Kadmiyum (µg Cd/L)	0,018	I	<0.000	I
Kobalt (µg Co/L)	2,303	I	1,677	I
Krom (µg Cr/L)	12,533	II	12,178	II
Kurşun (µg Pb/L)	2,465	I	0,625	I
Mangan (µg Mn/L)	468,401	II	546,339	III
Nikel (µg Ni/L)	8,390	I	8,253	I
Selenyum (µg Se/L)	1,539	I	1,373	I

Mitoz bölünmenin tüm safhaları incelenmiş ve gözlenen mitotik anormallikler (Şekil 2) sayılmıştır.



**Şekil 2.** Ergene nehir suyunun *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerine uygulanmasıyla mitoz bölünmede görülen anormallikler: 1- normal profaz; 2- normal metafaz; 3- normal anafaz; 4- normal telofaz; 5a,5b- kalgın kromatid; 6- çok kutupluluk; 7a,7b- ayrılma; 8a,8b- yanlış kutuplaşma; 9- C-mitoz; 10- fragment; 11- anafazda kromatid köprüsü



**Tablo 2.** Ergene nehir suyunun *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerine uygulanmasıyla belirlenen mitotik indeks değerleri ve en çok gözlenen mitotik anormallikler

Dozlar	İstasyon	Toplam Hücre Sayısı	Bölünen Hücre Sayısı	Mitotik İndeks (%)	Asenkronizasyon (%)	Anafaz Kromatid Köprüsü (%)	C-mitoz (%)	Fragment (%)	İleri gitme (%)	Kalın Kromatid (%)	MN (%)	Yanlış Kutuplaşma (%)	Toplam Anormallik (%)
Kontrol		2500	484	19.36	4	1	0	0	4	1	0	0	10
0,1/100 mL	1	2500	352	14.08*	7	3	1	1	7	1	1	0	21**
	2	2500	878	35.12***	18**	0	14***	1	18**	0	0	2	53***
1/100 mL	1	2500	289	11.56**	8	3	6*	2	8	2	1	0	30***
	2	2500	557	22.28*	11**	2	7*	1	14*	0	1	3	39***
5/100 mL	1	2500	259	10.36**	7	1	7*	1	7	3	3	1	30***
	2	2500	616	24.64*	12**	1	12***	1	12	0	0	0	38***
10/100 mL	1	2500	139	5.56***	9	3	5	2	9	2	1	7*	38***
	2	2500	726	29.04**	20**	1	14***	3	20**	0	0	5	63***
20/100 mL	1	2500	107	4.28***	11**	4	8*	3	11	3	2	4	46***
	2	2500	928	37.12***	17**	1	13***	5	17**	0	2	3	58***
40/100 mL	1	2500	57	2.28***	6	3	7*	1	6	2	4	4	33***
	2	2500	975	39***	18**	3	14***	5	18**	1	3	5	67***

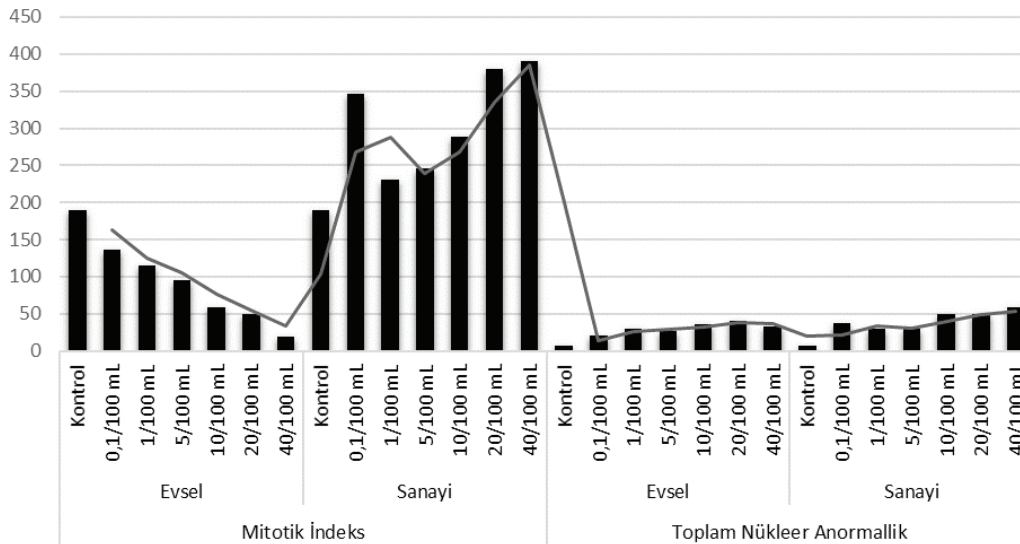
Not: Kontrolle göre  $p \leq 0.05^*$ ;  $p \leq 0.01^{**}$ ;  $p \leq 0.001^{***}$ . 1. istasyon evsel bölgeden alınan su örneklerini; 2. istasyon sanayi atıklarının boşaltıldığı bölgeden su örnekleri ifade etmektedir. MN: Mikronükleus.

Mitoz bölünme esnasında kromozomlarda meydana gelen anormalliklerde kontrole göre anlamlı bir artış gözlenmiştir. En fazla gözlenen mitotik anormallikler ise kromozomlarda asenkronizasyon, yanlış kutuplaşma ve C-mitozdur (Tablo 2).

Tablo 2’de verildiği üzere toplam nükleer anormallikler her iki istasyonun tüm dozlarında kontrole göre anlamlı şekilde artmıştır ( $p \leq 0.001$ ). Evsel bölgeden alınan su örnekleri sonucu mitotik indekste meydana gelen değişim ise mitotik indeksin doza bağlı olarak kontrole göre anlamlı şekilde

azalmasıdır ( $p \leq 0.001$ ). Sanayi bölgesi su örneklerinde ise doza bağlı olarak mitotik indeksi kontrole göre anlamlı olarak arttırmıştır ( $p \leq 0.001$ ).

Evsel bölge ile sanayi bölgesinin 0.1, 10 ve 40/100 mL dozlarında meydana gelen toplam anormallikler istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur (sırasıyla  $p=0.001$ ;  $p=0.009$ ;  $p=0.0001$ ). Ayrıca hem evsel hem de sanayi bölgesinden alınan su örneklerinin soğan kök ucu hücrelerinde neden olduğu toplam anormallik sayısında doza bağlı artış olduğu belirlenmiştir ( $p=0.0001$ ) (Şekil 3).

**Şekil 3.** Soğan kök ucu hücrelerinde muameleler sonucu mitotik indekste meydana gelen değişim ve oluşan nükleer anormallikleri toplamaları

Evsel bölgeden alınan su örnekleri soğan hücrelerinde meydana gelen mitotik indeks azalması ile negatif korelasyon göstermektedir ( $r=-0,986;p=0,0001$ ). Dozlar arttıkça mitotik indekste azalma olmuştur. Sanayi bölgesinden alınan su örneklerinde meydana gelen mitotik indeks değişimi ile dozlar arasında herhangi bir korelasyon tespit edilememiştir ( $r=0,721;p>0,05$ ).

#### 4. Tartışma

Çalışmanın sonuçları alınan su örneklerinin alüminyum, mangan, bakır ve arsenik dışında diğer metaller bakımından 1.sınıf su kalitesine sahipken, alüminyum bakımından 4.sınıf; mangan bakımından evsel atıkların bulunduğu bölge 2.sınıf; sanayi atıklarının boşaltıldığı alan 3.sınıf; arsenik açısından 2.sınıf ve bakır açısından 1. istasyonun 2.sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler Ergene Nehir suyunun ölçümü yapılan çeşitli metaller bakımından arsenik ve mangan dışında genel olarak metal kirliliği göstermediğini ifade etmektedir.

Alüminyum, çevrede en sık bulunan ve ciddi sorunlar yaratabilen elementlerden biridir. Genellikle doğal sularda bulunan alüminyum düzeyi kabul edilebilir orandadır çünkü normal hava koşullarında alüminyum çözünmemiş şekilde bulunmaktadır. Yalnızca pH değeri düşük olan sularda ciddi düzeyde alüminyum birikimi tespit edilmiştir [13]. Asidifikasyonun artması ile topraktan da sulara alüminyum geçişi gözlenmektedir. Alüminyum tuzları iyi bir koagülant maddedir. Bu tuzlar koagülasyon ve flokulasyon işlemleri sonucu su içinde kendiliğinden çökemediğinden askıda bulunan partikülleri yumaklar haline getirerek birleştirir ve çöktürülerek filtrelenmesine olanak sağlar. Bu kullanım kolaylığı alüminyum özellikle sanayi tesislerinin çıkış sularını arıtmak için kullanmaya teşvik etmiştir [14]. Çalışmamızda özellikle sanayi tesislerinin arıtma sularını deşarj ettikleri bölgeden alınan suda normal limitlerin yaklaşık 250 katı fazla oranda alüminyum birikimi olduğu tespit edilmiştir. Mangan ve demir yer altı su kaynaklarında çoğu zaman, yüzeysel sularda ise yılın belirli zamanlarında yüksek konsantrasyonlarda buldukları için kullanım ve içme suları için sorun teşkil etmektedirler [15]. Çalışmada Ergene nehir suyunda Al miktarının fazla çıkması, koagülant madde olarak kullanılması sebebi ile artış göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca alüminyum miktarının endüstriyel atıkların fazla olduğu bölgede daha yüksek olması, koagülant madde olarak kullanılmasındaki artışa bağlı olabileceğinin göstergesidir.

*Allium* test çevresel kirliliğin hızlı bir şekilde belirlenmesi için standart bir yöntemdir. Mutajenik çevresel etkiler, kök şekli ve kök büyümesi gibi makroskobik parametrelerle

ve kromozom aberasyon frekansı ile anormal hücre bölünmesi gibi sitolojik parametrelerle analiz edilebilir. Bu testlerin sonuçları, canlı organizmalar üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiye sahip çevresel kirleticilerin sitotoksisite, genotoksisite ve mutajenitesini belirlenmesini sağlar [16]. Kromozomların kimyasal veya fiziksel ajanlar ile muamelesi sonucu kromozomlarda kopma ve fragment meydana getirdiği, tarımsal alanda kullanılan pestisitlerin, kromozom kırıklarına neden olduğu bildirilmiştir [17, 18]. Toprak ve suya karışarak kirliliğe neden olan ağır metal ve tarım ilaçlarının bu ortamlarda yaşayan canlıların kromozomları üzerindeki genetiksel etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Lağım ve endüstriyel atıkların genotoksisitesini belirlemek için *Allium* kök ucu hücrelerinde yapılan çalışmada anafazdaki normalliklerin oranının arttığı bulunmuştur. Sanayi atıkları ile kirlenmiş atık su çamurunun *Allium cepa* üzerindeki etkisi incelemiş ve çamurdaki ağır metallerin oluşturduğu kirliliğin kromozomlarda köprü, fragment ve diğer hasarları önemli oranda arttırdığını gözlenmiştir [19]. Şehir atık sularında farklı dezenfektanların mutajenik ve toksik etkisini inceleyen araştırmacılar, *Allium cepa*'da dezenfektan eklenmiş atık suyun kromozomal anormallığı arttırdığını gözlemişlerdir [20]. Benzer şekilde Ergene Nehir suyunun *Secale cereale* kök ucu hücrelerinde çeşitli kromozom anormalliklerine neden olduğu gösterilmiştir [21]. Çalışmanın sonuçları önceki çalışmalarını destekler niteliktedir ki; endüstriyel ve evsel bölge atık suları *A. cepa* testinde toplam nükleer anormallik oranını kontrole göre arttırmış ve genotoksik etkili olduğu saptanmıştır.

Bölünme indeksi toksisite testlerinde uygulanan en temel yöntemlerden biri olup sitotoksisite göstergesidir. Evsel, tarımsal, endüstriyel faaliyetler sonucu ağır metallerin, tarım ilaçlarının ve deterjanların suya karışmasıyla oluşan su kirliliğinin mitotik indeks üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir. *Allium* testi kullanılarak yapılan çalışmada, atık suların bulunduğu nehir kollarından alınan örneklerin mitotik indeksi düşürdüğü, kolların nehre karıştığı noktalardan alınan örneklerin ise herhangi bir değişmeye neden olmadığı bildirilmiştir [22]. Yapılan bir çalışmada Büyük Menderes ile sulanan Aydın bölgesindeki toprak örnekleri *Allium* test sistemi ile değerlendirilmiş ve mitotik indekste anlamlı azalmalar tespit edilmiştir [23]. Atık su çamuru ile yetiştirilen *Allium cepa*'da yapılan çalışmada mitotik indekste kontrole göre önemli bir değişim gözlenmemiştir [18]. Pestisitlerle kontamine olmuş sığ kaynak suyunda *Allium cepa* yetiştirilmiş, suyun genotoksisitesinin belirlendiği çalışmada, pestisitlerle kontamine olmuş bölgeden alınan su örneklerinde, kontamine olmamış bölgeye oranla mitotik indekste herhangi bir değişim gözlenmemiştir [24]. Çalışmada evsel bölgeden alınan su örnekleri *A. cepa* kök ucu hücrelerinde

doza bağlı olarak bölünme indeksini düşürmüştür ancak sanayi bölgesinden alınan su mitotik indekste artışa neden olmuştur. Diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da MI'in bölgeye ve su içeriğinin metal ve kimyasallarına göre bitki meristematik dokularında bölünme indeksini değiştirebileceği gözlenmiştir. Araştırmada endüstriyel atık su *A. cepa*'da MI'i arttırmasına rağmen kök hücrelerinde genotoksisite göstergesi olan nükleer anormallikleri de arttırmıştır. Evsel bölge suyuna göre sanayi suyunda daha fazla nükleer anormallik belirlenmesinin nedeni en fazla gözlenen anormallikler olan asenkronizasyon ve C-mitoza evsel bölge suyunun daha fazla sebep olmasından kaynaklanabilir. Suda bulunan bazı bileşiklerin iş ipliği üzerinde etkili olmuş olabilir ki, sitotoksik etkiden dolayı toplam anormallik sayısında artış gözlenmektedir. Kovalchuk ve ark. (1998)'e göre sitotoksisite, mitotik indekste bir azalma ve aynı zamanda C-mitozlu hücreler, multipolar anafazlar, yapışkan ve dağılık kromozomların frekansında artma olarak tanımlanmaktadır [25]. Ancak diğer nükleer anormalliklerin gözlenmesi genotoksik olduğunu göstermektedir. Bolle ve ark. (2004), toksisitenin daima genotoksisite ile ilişkili olmadığını bildirmiştir [26].

Çalışmanın sonucunda, evsel atıkların boşaltıldığı bölgeden alınan su örneklerinin *A. cepa* testinde kök uçlarında mitotik indekste kontrole göre anlamlı azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Sanayi atıklarının yoğun boşaltıldığı bölgeden alınan su örneklerinin ise mitotik indeksi arttırmasına rağmen asenkronizasyon ve C-mitoz gibi anormalliklere neden olarak sitotoksik etki gösterdiği saptanmıştır. Seçilen her iki istasyondan alınan su örnekleri kontrole göre mitoz bölünmede anlamlı derecede kromozom anormalliklerine neden olarak genotoksik etki göstermiştir. Sonuçlar Ergene Nehrinin endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklar nedeni ile ekotoksik etkileri bulunduğunu göstermektedir. Kirletici kontrolü ele alınarak yeni düzenlemeler yapılması ve önlemler alınması önerilmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Barberio, A., Barros, L., Voltolini, J. C., & Mello, M. L. (2009). Evaluation of the cytotoxic and genotoxic potential of water from the River Paraiba do Sul, in Brazil, with the *Allium cepa* L. test. *Braz J Biol*, 69(3), 837-842.
- [2] Kohlpoth, M., Rusche, B., & Nüsse, M. (1999). Flow cytometric measurement of micronuclei induced in a permanent fish cell line as a possible screening test for the genotoxicity of industrial waste waters. *Mutagenesis*, 14(4), 397-402.
- [3] Kocaman, H., Koldere Akın, Y., & Oğuzhan, A. (2011). Trakya'da Ergene Nehri kirliliğinin tarım üretimine olan etkisi: Edirne örneği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(5), 89-104.
- [4] Ordu, Ş., & Demir, A. (2007). Determination of water quality of Ergene River by planning environmental information system. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25(1), 101.
- [5] Mehdi, B., Lehner, B., Gombault, C., Michaud, A., Beaudin, I., Sottile, M. F., & Blondlot, A. (2015). Simulated impacts of climate change and agricultural land use change on surface water quality with and without adaptation management strategies. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 213, 47-60.
- [6] Chandra, S., Chauhan, L. K., Murthy, R. C., Saxena, P. N., Pande, P. N., & Gupta, S. K. (2005). Comparative biomonitoring of leachates from hazardous solid waste of two industries using *Allium* test. *Sci Total Environ*, 347(1-3), 46-52. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.01.002
- [7] Athanasio, C. G., Pra, D., & Rieger, A. (2014). Water quality of urban streams: the *Allium cepa* seeds/seedlings test as a tool for surface water monitoring. *ScientificWorldJournal*, 2014, 391367. doi: 10.1155/2014/391367
- [8] Ozkara, A., Akyil, D., Eren, Y., Erdogmus, S. F., Konuk, M., & Saglam, E. (2015). Assessment of cytotoxic and genotoxic potential of pyracarbolid by *Allium* test and micronucleus assay. *Drug Chem Toxicol*, 38(3), 337-341. doi: 10.3109/01480545.2014.966831
- [9] Cresencio, C., Abelada, J., Apostado, R., Hernando, B., Lador, J., Obenza, O., Presilda, C. & Havana, H. (2017). *Allium cepa* test: an evaluation of genotoxicity. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 7(1), 12-19.
- [10] Tedesco, S. & Laughinghouse, H.D. (2016). Bioindicator of genotoxicity: the *Allium cepa* test. *Environmental Contamination*, 137-156.
- [11] Proper, W., McCurdy, E. & Takahashi, J. (2014). Performance of the Agilent 7900 ICP-MS with UHMI for high salt matrix analysis. Application note.
- [12] Yönetmelik. (2015). Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğindedeki değişiklik yapılmasınadair yönetmelik. Resmi Gazete: Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Sayı:29307.
- [13] Alberti, G., D'Agostino, G., Palazzo, G., Biesuz, R., & Pesavento, M. (2005). Aluminium speciation in natural water by sorption on a complexing resin. *J Inorg Biochem*, 99(9), 1779-1787. doi: 10.1016/j.jinorgbio.2005.06.017
- [14] Sinha, R., Mathur, S., & Brighu, U. (2015). Aluminium removal from water after defluoridation with the electrocoagulation process. *Environ Technol*, 36(21), 2724-2731. doi: 10.1080/09593330.2015.1043958
- [15] Britt, R. D., Suess, D. L., & Stich, T. A. (2015). An Mn(V)-oxo role in splitting water? *Proc Natl Acad Sci U S A*, 112(17), 5265-5266. doi: 10.1073/pnas.1505223112
- [16] Laughinghouse, H. D. t., Pra, D., Silva-Stenico, M. E., Rieger, A., Frescura, V. D., Fiore, M. F., & Tedesco, S. B. (2012). Biomonitoring genotoxicity and cytotoxicity of *Microcystis aeruginosa* (Chroococcales, cyanobacteria) using the *Allium*

- cepa* test. Sci Total Environ, 432, 180-188. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.05.093
- [17] Türkoğlu, Ş., & Koca, S. (1999). The effects of paraquat (gramoxone) on mitotic division, chromosomes and DNA amount in *Vicia faba* L. C.Ü.Fen-Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi, 21.
- [18] Wang, J. J., Cheng, W. X., Ding, W., & Zhao, Z.-M. (2006). The effect of the insecticide dichlorvos on esterase activity extracted from the psocids, *Liposcelis bostrychophila* and *L. entomophila*. Journal of Insect Science, 4(23), 5.
- [19] Rank, J., & Nielsen, M. H. (1998). Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay. Mutat Res, 418(2-3), 113-119.
- [20] Monarca, S., Feretti, D., Collivignarelli, C., Guzzella, L., Zerbini, I., Bertanza, G., & Pedrazzani, R. (2000). The influence of different disinfectants on mutagenicity and toxicity of urban wastewater. Water Research, 17, 4261-4269.
- [21] Bekoğlu Yılmaz, D. (2013). Ergene nehri suyunun *Secale cereale* L. tohumunun çimlenmesi ve kök ucu mitoz bölünme üzerine etkisi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [22] Evseeva, T. I., Geras'kin, S. A., & Shuktomova, II. (2003). Genotoxicity and toxicity assay of water sampled from a radium production industry storage cell territory by means of *Allium-test*. J Environ Radioact, 68(3), 235-248. doi: 10.1016/S0265-931X(03)00054-7
- [23] Şahin, Z. (2008). Büyük menderes nehri ile sulanan aydın bölgesi'ndeki toprakların genotoksisitesinin *Allium* test sistemi ile belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [24] Kong, Z. M., Zang, Y., & Wu, Q. L. (1998). Monitoring the genotoxicity of Lake Taihu, using two kinds of micronucleus tests. Environ Pollut, 99(2), 279-283.
- [25] Kovalchuk, O., Kovalchuk, I., Arkhipov, A., Telyuk, P., Hohn, B., & Kovalchuk, L. (1998). The *Allium cepa* chromosome aberration test reliably measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident. Mutat Res, 415(1-2), 47-57.
- [26] Bolle, P., Mastrangelo, S., Tucci, P., & Evandri, M. G. (2004). Clastogenicity of atrazine assessed with the *Allium cepa* test. Environ Mol Mutagen, 43(2), 137-141. doi: 10.1002/em.20007