



ŞİRNAK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ DERGİSİ



Temmuz/July 2026

Sayı/Issue 1

ISSN: 3149-9856

E-ISSN:3149-9856



ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ DERGİSİ

ŞIRNAK UNIVERSITY
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
JOURNAL OF HEALTH SCIENCES

Yıl/Year: 2026	Cilt/Volume: 1	Sayı/Issue: 1
-----------------------	-----------------------	----------------------

Temmuz /July

Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi

Şırnak University Journal of Health Sciences

Yayınlayan / Publisher

Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi
Şırnak University, Faculty of Health Sciences

Sahibi / Owner

Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi adına
On behalf of Şırnak University, Faculty of Health Sciences

Prof. Dr.Abdurrahim ALKIŞ

Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi
Dekan
Şırnak University, Faculty of Health Sciences
Dean

<https://orcid.org/0000-0002-6125-8625>

abdurrahim.alkis@sirnak.edu.tr

Editör / Editor

Doç.Dr.Veysel TAHİROĞLU

Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi
Hemşirelik Bölümü
Şırnak University, Faculty of Health Sciences
Nursing Department

<https://orcid.org/0000-0003-3516-5561>

veysel.tahiroglu@sirnak.edu.tr

Adres / Address

Yeni Mahalle Cizre Caddesi, Mehmet Emin Acar Kampüsü
73000 ŞIRNAK/TÜRKİYE

Telefon / Telephone: 0 (486) 216 40 08 – 1190

E-mail: susbd@sirnak.edu.tr

Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sujhs>

Baskı / Printing: E-printing

Dizinler / Indexes

.....

Yayın Türü / Publication Type

Uluslararası Hakemli Süreli Yayın / International Peer-reviewed Periodicals

Yayın Sıklığı / Publication Frequency

Yılda İki Sayı / Two Issues Annually

Sağlık Bilimleri dergisinde yayımlanan makalelerin dil ve bilimsel sorumluluğu yazar/yazarlara aittir. Dergide yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Yardımcı Editörler / Co-Editors

Dr. Öğr. Üyesi Ammar SEVGİLİ https://orcid.org/0000-0002-2342-4688 ammarsevgili@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences., Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
---	--

Alan Editörleri / Field Editors

Dr. Öğr. Üyesi Engin TURAN https://orcid.org/0000-0001-6670-3217 engintrn00@gmail.com	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences Nursing Department, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Nurullah YELBOĞA https://orcid.org/0000-0001-8281-7070 nurullah_yel06@hotmail.com	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Meryem DEMİRTAŞ https://orcid.org/0000-0002-0790-8471 meryem.demirtas@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi., Sağlık Yönetimi, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Health Management, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Özge Ruken ERGÜN https://orcid.org/0000-0002-1514-8599 ozgerukenergun@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Sağlık Çocuk gelişimi, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Child Development, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Emine BAKIR https://orcid.org/0000-0001-5058-8197 berf2721@hotmail.com	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Emine KARACAN https://orcid.org/0000-0002-1532-4281 emine.karacan@iste.edu.tr	İskenderun Teknik Üniversitesi, Dörtöl Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Hatay/Türkiye <i>Iskenderun Technical University, Dörtöl Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Hatay/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Ergin TAŞKIN https://orcid.org/0000-0002-1883-6055 ergintaskin65@hotmail.com	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ağrı/Türkiye <i>Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Medicine, Ağrı/Türkiye</i>
Doç. Dr. Tuğçe SÖNMEZ https://orcid.org/0000-0001-9495-526X tugcesonmez@tarsus.edu.tr	Tarsus Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mersin/Türkiye <i>Tarsus University, Faculty of Health Sciences, Mersin/Türkiye</i>

Sekreteryä / Secretariat and Yazım Editörü / Text Editor

Arş. Gör. Dozdarın SÜĞÜT https://orcid.org/0000-0002-1021-6089 dozdarin.sugut@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Şırnak/Türkiye</i>
Arş. Gör. Dürdane ÇETİN https://orcid.org/0000-0001-9214-1924 durdanecetin@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Arş. Gör. Mesut MEŞE https://orcid.org/0000-0002-2096-8938 mesutmese@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences Nursing Department, Şırnak/Türkiye</i>
Arş. Gör. Tuba ARALAN https://orcid.org/0000-0002-1739-921X tuba.aralan@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi., Sağlık Yönetimi, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Health Management, Şırnak/Türkiye</i>

Dil Editörü / Language Editor

Dr. Öğr. Üyesi Hasan SEVİNİK https://orcid.org/0000-0002-1011-4963 hasansevinik@hotmail.com	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences Nursing Department, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Ammar SEVGİLİ https://orcid.org/0000-0002-2342-4688 ammarsevgili@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğretim Görevlisi İlker İŞLER https://orcid.org/0000-0002-2438-6070 ilkondrous_34@hotmail.com	Şırnak Üniversitesi, Rektörlük, Türk Dili, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Rectorate, Turkish Language, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğretim Görevlisi Adnan KOK https://orcid.org/0000-0002-0687-4142	Şırnak Üniversitesi, Rektörlük, Türk Dili, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Rectorate, Turkish Language, Şırnak/Türkiye</i>

İstatistik Editörü (Statistics Editor)

Dr. Öğretim Görevlisi Serdar İNAN https://orcid.org/0000-0001-6525-7745 serdarinan@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Rektörlük, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Rectorate, Şırnak/Türkiye</i>
--	---

Mizanpaj / Typesetter

Dr. Öğr. Üyesi Ammar SEVGİLİ https://orcid.org/0000-0002-2342-4688 ammarsevgili@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences., Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
---	--

Son Okuyucular / Last Readers

Dr. Öğr. Üyesi Ammar SEVGİLİ https://orcid.org/0000-0002-2342-4688 ammarsevgili@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences., Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
---	--

Yayın Kurulu / Editorial Board

Doç. Dr. Hasan KARAGECİLİ https://orcid.org/0000-0001-6912-9211 hasankaragecili@siirt.edu.tr	Siirt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Siirt/Türkiye <i>Siirt University, Faculty of Health Sciences, Siirt/Türkiye</i>
Doç. Dr. Gizem KERİMOĞLU YILDIZ https://orcid.org/0000-0002-6850-7233 gizemkerimoglu@mkcu.edu.tr	Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay /Türkiye <i>Faculty of Health Sciences, Hatay Mustafa Kemal University, Hatay, Türkiye</i>
Doç. Dr. Elif DAĞLI https://orcid.org/0000-0002-4608-8904 elifarik90@gmail.com	Çukurova Üniversitesi, Abdi Sütçü Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Adana, Türkiye <i>Çukurova University, Abdi Sütçü Vocational School of Health Services, Department of Health Care Services, Adana, Türkiye</i>
Doç. Dr. Habip BALSAK https://orcid.org/0000-0002-2074-6884 resatsakur@hotmail.com	Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Batman/Türkiye <i>Batman University, Faculty of Health Sciences, Batman/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Reşat SAKUR https://orcid.org/0000-0002-7946-8938 resatsakur@hotmail.com	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi., Sağlık Yönetimi, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Health Management, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Mensure TURAN https://orcid.org/0000-0002-1011-4963 mensureturansirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences Nursing Department, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Dicle ÖZCAN ELÇİ https://orcid.org/0000-0003-0493-4428 dicleozcan88@gmail.com	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Burak İYİEKİCİ https://orcid.org/0000-0003-3604-0760 burakiyiekici@gmail.com	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Hasret NARİN BALSAK https://orcid.org/0000-0003-2439-5580 hasret.narinbalsak@sirnak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Şırnak/Türkiye</i>
Dr. Öğr. Üyesi Emine KARACAN https://orcid.org/0000-0001-5953-219X emine.karacan@gibtu.edu.tr	Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Gaziantep, Türkiye <i>Gaziantep Islamic Science and Technology University, Vocational School of Health Services, Department of Health Care Services, Gaziantep, Türkiye</i>

Bilim ve Danışma Kurulu / Science and Advisory Board

Prof. Dr. Orhan KOÇAK https://orcid.org/0000-0002-0281-8805 orhan.kocak@iuc.edu.tr	İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul/Türkiye <i>Istanbul Cerrahpaşa University, Faculty of Health Sciences, İstanbul/Türkiye</i>
Prof. Dr. Hidir APAK https://orcid.org/0000-0002-2330-3093 hidirapak@artuklu.edu.tr	Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mardin/Türkiye <i>Mardin Artuklu University, Faculty of Health Sciences, Mardin/Türkiye</i>
Prof. Dr. Emrah YERLİKAYA https://orcid.org/0000-0003-4050-0790 emrahyerlikaya@siirt.edu.tr	Siirt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Siirt/Türkiye <i>Siirt University, Faculty of Health Sciences, Siirt/Türkiye</i>
Prof. Dr. Naci Ömer ALAYUNT https://orcid.org/0000-0003-2215-0934 emrahyerlikaya@siirt.edu.tr	Siirt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Siirt/Türkiye <i>Siirt University, Faculty of Medicine, Siirt/Türkiye</i>
Prof. Dr. Özgür ALTINDAĞ https://orcid.org/0000-0002-7666-3623 ozgur.altindag@dicle.edu.tr	Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Diyarbakır/Türkiye <i>Dicle University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Diyarbakır/Türkiye</i>

Prof. Dr. Harun CEYLAN https://orcid.org/0000-0001-9047-2316 harun.ceylan@yalova.edu.tr	Yalova Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Yalova/ Türkiye <i>Yalova University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Yalova/Türkiye</i>
Doç. Dr. Mehmet Emin DÜKEN https://orcid.org/0000-0002-1902-9669 eminduken@harran.edu.tr	Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Şanlıurfa/Türkiye <i>Harran University, Faculty of Health Sciences, Şanlıurfa/Türkiye</i>
Doç. Dr. Rukiye TÜRK DELİBALTA https://orcid.org/0000-0002-1424-1564 rahsantur@gmail.com	Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kars/Türkiye <i>Kafkas University, Faculty of Health Sciences, Kars/Türkiye</i>
Doç. Dr. Zeliha CENGİZ https://orcid.org/0000-0001-9507-5942 zeliha.cengiz@inonu.edu.tr	İnönü Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Malatya/ Türkiye <i>Inonu University, Faculty of Nursing, Malatya/Türkiye</i>
Doç. Dr. Hasan Basri SAVAŞ https://orcid.org/0000-0001-8759-4507 hasanbasri@artuklu.edu.tr	Mardin Artuklu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Siirt/Türkiye <i>Mardin Artuklu University, Faculty of Medicine, Siirt/Türkiye</i>
Doç. Dr. Gülbeyaz BARAN DURMAZ https://orcid.org/0000-0001-5591-3710 gulbeyaz.baran@dicle.edu.tr	Dicle Üniversitesi, Atatürk Sağlık Bilimleri Fakültesi, Diyarbakır/Türkiye <i>Dicle University, Atatürk Faculty of Health Sciences, Diyarbakır/Türkiye</i>
Doç. Dr. Metin ERDEM https://orcid.org/0000-0002-9192-6102 metin.erdem.21@gmail.com	Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Bingöl/Türkiye <i>Bingöl University, Faculty of Arts and Sciences, Bingöl/Türkiye</i>
Doç. Dr. Aysin Çetinkaya BÜYÜKBODUR https://orcid.org/0000-0003-1105-9991 aysin.cetinkaya@alparslan.edu.tr	Muş Alpaslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Muş/Türkiye <i>Muş Alpaslan University, Faculty of Health Sciences, Muş/Türkiye</i>
Doç. Dr. İrfan YILDIRIM https://orcid.org/0000-0001-9949-7667 yldirmirfann@gmail.com	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>
Doç. Dr. Tuğba NUR https://orcid.org/0000-0002-0974-4896 nurtugba.91@gmail.com	Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi., Sağlık Yönetimi, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Health Management, Şırnak/Türkiye</i>
Doç. Dr. Arzu YILDIRIM https://orcid.org/0000-0002-8543-278X a.ucar@simak.edu.tr	Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmetler, Şırnak/Türkiye <i>Şırnak University, Faculty of Health Sciences, Social Services, Şırnak/Türkiye</i>

İçindekiler / Contents

Araştırma Makalesi / Research Article

- 1-) Polipirrol-Bromokrezol Moru ile Modifiye Karbon Ultramikroelektrota Hızlı Albümin Kantifikasyonu için Tekil-Varlık Akım-Blokaj Elektrokimyası / *Single-Entity Current-Blockade Electrochemistry at a Polypyrrole-Bromocresol Purple-Modified Carbon Ultramicroelectrode for Rapid Albumin Quantification*1-11
- 2-)Kuersetinin Elektronik ve Doğrusal Olmayan Optik (NLO) Özelliklerinin DFT Tabanlı İncelenmesi ve Lösemi Hedef Proteinlerine (6QGK ve 2O21) Karşı Moleküler Kenetlenme Analizi / *DFT-Based Investigation of the Electronic and Nonlinear Optical (NLO) Properties of Quercetin and Molecular Docking Analysis Against Leukemia Target Proteins (6QGK and 2O21)*.....12-23
- 3-)Klorojenik Asitin Meme Kanserine Karşı Hedeflenen Etkisinin DFT ve Moleküler Yerleştirme Yöntemleri Kullanılarak Araştırılması / *Investigation of the Targeted Effect of Chlorogenic Acid Against Breast Cancer Using DFT and Molecular Docking Methods*.....24-35

Derleme/ Review

- 4-)Travmatik Doğum Deneyimi: Risk Faktörleri, Sonuçları ve Hemşirelik Yaklaşımları / *Traumatic Childbirth Experience: Risk Factors, Outcomes, and Nursing Approaches*36-43
- 5-Ailenin Yapısal Değişimi Üzerine Bir İnceleme: Sosyal Hizmet Perspektifinden Bir Değerlendirme / *A Study on the Structural Change of the Family: An Evaluation from the Social Work Perspective*44-59

Polipirol-Bromokrezol Moru ile Modifiye Karbon Ultramikroelektrota Hızlı Albümin Kantifikasyonu için Tekil-Varlık Akım-Blokaj Elektrokimyası

Single-Entity Current-Blockade Electrochemistry at a Polypyrrole-Bromocresol Purple-Modified Carbon Ultramicroelectrode for Rapid Albumin Quantification

Zeynep Cansu Aydın, zeynepcansuaydn@gmail.com, [ORCID](#), [ROR](#)

Araştırmacı, Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

Researcher, Kafkas University, Faculty of Medicine, Department of Medical Physiology, Kars, Türkiye

Zihni Onur Uygun (Sorumlu Yazar/Corresponding Author), onur.uygun@kafkas.edu.tr, [ORCID](#), [ROR](#)

Doç. Dr., Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya A.D., Kars, Türkiye

Assoc. Prof. Dr., Kafkas University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Kars, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atıf (Citation): Aydın, Z.C. & Uygun, Z.O. (2026). Polipirol-Bromokrezol Moru ile Modifiye Karbon Ultramikroelektrota Hızlı Albümin Kantifikasyonu için Tekil-Varlık Akım-Blokaj Elektrokimyası *Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-11.

Geliş Tarihi (Submission Date)	06.07.2026
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	18.07.2026
Yayın Tarihi (Publication Date)	31.07.2026
Makale Türü (Article Type)	Araştırma Makalesi (Research Article)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references). Bu makale, 36. Kimya Kongresi'nde sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayımlanmayan "Tek Varlık Elektrokimyası Temelli Ultra Duyarlı ve Hızlı Albümin Sensörü" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir (This article is a partially modified and improved version of the paper titled "Single Entity Electrochemistry based Ultrasensitive and Fast Albumin Sensor" which was presented orally at the 2026 Kimya Kongresi Symposium but the full text was not published).
Yapay Zeka Kullanımı (Use of Artificial Intelligence)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde yapay zeka tabanlı herhangi bir araç veya uygulama kullanılmamıştır. Çalışmanın tüm içeriği, yazar(lar) tarafından bilimsel araştırma yöntemleri ve akademik etik ilkelere uygun şekilde üretilmiştir. (No artificial intelligence-based tools or applications were used in the preparation of this study. All content of the study was produced by the author(s) in accordance with scientific research methods and academic ethical principles.)
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) – Ithenticate/Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. (The author(s) has no conflict of interest to declare).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Yazarların çalışmaya katkıları eşit orandadır. (Authors contributed equally to the study)
Etik Beyan Adresi (Complaints)	susbd@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans (Copyright & License)	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC-ND lisansı altında yayımlanmaktadır. (Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC-ND).

Polipirol-Bromokrezol Moru ile Modifiye Karbon Ultramikroelektrotta Hızlı Albümin Kantifikasyonu için Tekil-Varlık Akım-Blokaj Elektrokimyası

ÖZET

Albümin, karaciğer sentez kapasitesi, renal protein kaybı, beslenme durumu, inflamasyon yükü ve sıvı dengesi ile ilişkili temel bir klinik biyokimya belirteçidir. Bu deneysel kavram kanıtlama çalışmasında, polipirol/bromokrezol moru ile modifiye edilmiş karbon ultramikroelektrot (C-UME-PPy-BCP) kullanılarak tekil-varlık akım-blokaj elektrokimyasına dayalı hızlı bir albümin tayin stratejisi sunulmuştur. C-UME yüzeyi, 1 mM pirol, 500 μ M bromokrezol moru ve 0.1 M LiClO₄ içeren asetonitril ortamında döngüsel voltametrik elektropolimerizasyon ile modifiye edilmiştir. Elektrot modifikasyonu, ferri/ferrosiyandır redoks prob çözeltisinde döngüsel voltametri ve elektrokimyasal empedans spektroskopisi ile değerlendirilmiştir. Albümine bağlı kronoamperometrik ölçümler, modifiye mikroeletrot arayüzüyle kısa süreli albümin etkileşimlerinden kaynaklanan geçici negatif akım-blokaj olayları üretmiştir. Olay frekansına dayalı kalibrasyon 0.1-10 g/dL aralığında doğrusal bulunmuş, LOD 0.06 g/dL ve LOQ 0.18 g/dL olarak hesaplanmıştır. Tekrarlı kalibrasyon, matris geri kazanımı, interferan yanıtı ve kısa dönem stabilite deneyleri, C-UME-PPy-BCP platformunun analitik uygulanabilirliğini desteklemiştir. Geri kazanım değerleri %96,1-98,4 aralığında bulunmuş ve bağıl standart sapmalar %6'nın altında kalmıştır.

Anahtar Kelimeler:

Albümin; tekil-varlık elektrokimyası; polipirol; bromokrezol moru; biyosensör

Single-Entity Current-Blockade Electrochemistry at a Polypyrrole-Bromocresol Purple-Modified Carbon Ultramicroelectrode for Rapid Albumin Quantification

ABSTRACT

Albumin is the predominant plasma protein and a clinically relevant marker used in the assessment of liver synthetic function, renal protein loss, nutritional status and fluid balance. This experimental proof-of-concept study reports a rapid albumin-sensing strategy based on single-entity current-blockade electrochemistry using a polypyrrole/bromocresol purple-modified carbon ultramicroelectrode (C-UME-PPy-BCP). The C-UME was modified by cyclic voltammetric electropolymerization in acetonitrile containing 1 mM pyrrole, 500 μ M bromocresol purple and 0.1 M LiClO₄. Electrode modification was evaluated by cyclic voltammetry and electrochemical impedance spectroscopy in a ferri/ferrocyanide redox-probe solution. Albumin-dependent chronoamperometric measurements produced transient negative current-blockade events arising from short-lived interactions of albumin with the modified microelectrode interface. Event-frequency calibration was linear over 0.1-10 g/dL albumin, with a slope of 8.25 events min⁻¹ per g/dL, $R^2 = 0.9951 \pm 0.0005$, an estimated LOD of 0.06 g/dL and an LOQ of 0.18 g/dL. Replicate calibration, matrix recovery, interferent-response and short-term stability experiments further supported the analytical feasibility of the C-UME-PPy-BCP platform. Recoveries ranged from 96.1 to 98.4%, relative standard deviations remained below 6%, and common interferents produced limited relative responses compared with albumin. The findings support single-entity current-blockade electrochemistry as a rapid microscale approach for albumin quantification with established dye-binding or immunochemical albumin assays.

Keywords:

Albumin; single-entity electrochemistry; polypyrrole; bromocresol purple; biosensor

Introduction

Serum albumin is the predominant circulating plasma protein and one of the most frequently interpreted analytes in clinical biochemistry. It is synthesized mainly by hepatocytes and contributes to colloid oncotic pressure, ligand transport, acid-base buffering, antioxidant capacity and the maintenance of systemic homeostasis (Fasano et al., 2005; Levitt & Levitt, 2016; Peters, 1996). Because albumin concentration reflects a balance between synthesis, distribution, catabolism, renal and gastrointestinal loss, and capillary escape, it is rarely interpreted as an isolated biochemical value. Instead, it is evaluated together with liver enzymes, renal-function markers, inflammatory indices, nutritional assessment and hydration status. Hypoalbuminemia may accompany hepatic dysfunction, renal protein loss, malnutrition, inflammation, critical illness or severe systemic disease, whereas an elevated measured albumin concentration is more commonly related to hemoconcentration than to increased synthesis (Don & Kaysen, 2004; Nicholson et al., 2000).

The clinical significance of albumin also extends beyond routine serum testing. In renal medicine, urinary albumin excretion is a major indicator of kidney damage and a recognized risk marker for progression of chronic kidney disease and cardiovascular risk, which has created a continuing need for accurate, standardized and clearly reported albumin measurements across different matrices (Miller et al., 2009). In acute and chronic disease settings, albumin is also affected by inflammation-mediated redistribution and altered synthesis, so analytical results must be sufficiently precise to support longitudinal monitoring rather than only single-threshold classification. These clinical and biochemical considerations make albumin an analytically important model protein for testing new microscale sensing strategies.

Conventional albumin assays are well established in automated clinical chemistry laboratories. Bromocresol green (BCG) and bromocresol purple (BCP) dye-binding methods are attractive because they are rapid, inexpensive and compatible with high-throughput photometric analyzers (Doumas et al., 1971; Pinnell & Northam, 1978). However, dye-binding assays are not purely albumin-specific binding systems. Their responses may be influenced by globulins, altered albumin isoforms, bilirubin, hemolysis, lipemia, pH, ionic strength and disease-related changes in the total-protein background (Doumas et al., 1971; Pinnell & Northam, 1978). BCG is often discussed in relation to positive bias caused by non-albumin proteins, whereas BCP can show different matrix-dependent behavior in selected patient groups. These limitations do not negate the clinical value of the methods, but they justify continued development of alternative sensing formats that use lower volumes, simpler hardware and complementary signal-generation principles.

Electrochemical biosensing is particularly relevant for this purpose because electrochemical transduction can be miniaturized, operated with small sample volumes and integrated with compact readout electronics (Luo & Davis, 2013; Privett et al., 2010; Wang, 2006). Ultramicroelectrodes provide additional advantages, including radial diffusion, low capacitive current, rapid establishment of steady-state mass transport and compatibility with short-time chronoamperometric measurements (Arrigan, 2004; Bard & Faulkner, 2001). These characteristics are useful for protein analysis, where conventional macroelectrode measurements can be affected by fouling, slow diffusion and ensemble averaging. A microscale electrode interface can therefore provide a suitable platform for event-resolved or collision-based analysis when the signal is extracted from transient interactions rather than from a single averaged current.

A key requirement in such a platform is an interfacial layer that can combine chemical affinity with electrochemical stability. Bromocresol purple is a clinically familiar albumin-binding dye and therefore offers a rational recognition motif for an albumin-sensitive interface (Pinnell & Northam, 1978). Polypyrrole is a conductive polymer that can be generated by electropolymerization under mild electrochemical control and can entrap or incorporate functional molecules within a thin film (Gerard et al., 2002; Ramanavicius et al., 2006; Sadki et al., 2000). Electrosynthesized polymer films have been widely used in biosensor construction because film thickness, charge-transfer properties and immobilized components can be tuned during deposition (Cosnier & Holzinger, 2011). In the present design, BCP was incorporated into a polypyrrole-modified carbon ultramicroelectrode to produce a compact PPy-BCP interface that can interact with albumin while preserving redox-probe access to the electrode.

Single-entity electrochemistry provides a distinct detection logic for this type of interface. Instead of relying only on the mean current response of an ensemble process, it resolves stochastic transient events produced when individual entities interact with a micro- or nanoelectrode surface (Baker, 2018; Cheng & Compton, 2014; Quinn et al., 2004). In current-blockade or impact-based measurements, a species that is weakly electroactive or non-electroactive can partially obstruct mediator transport at the electrode surface and produce a short downward current transient (Dick et al., 2015; Xiao & Bard, 2007). The frequency, amplitude and duration of these events can be analyzed as separate descriptors. For protein measurement, event frequency is especially attractive because it can function as a quasi-digital concentration-dependent signal and may reduce dependence on absolute baseline current, which varies between individual microelectrodes.

Despite the growth of electrochemical protein sensors and single-entity electrochemistry, the use of a BCP-containing conductive polymer ultramicroelectrode for albumin measurement through current-blockade event counting remains

insufficiently explored. The present proof-of-concept study addresses this gap by fabricating a polypyrrole/bromocresol purple-modified carbon ultramicroelectrode (C-UME-PPy-BCP) and evaluating its capacity for rapid albumin quantification. Electrode modification was characterized by cyclic voltammetry and electrochemical impedance spectroscopy, and the analytical response was assessed by chronoamperometric event counting across the 0.1-10 g/dL albumin range. Replicate calibration, matrix recovery, interferent response and short-term stability experiments were used to evaluate whether this interface can provide an experimentally feasible microscale strategy for albumin determination.

1. Materials and Methods

1.1. Materials

Pyrrole, bromocresol purple (BCP), lithium perchlorate (LiClO₄), acetonitrile and albumin standards were used for electrode modification and analytical measurements. Albumin standards were prepared over 0.1-10 g/dL in a buffered electrolyte compatible with redox-probe chronoamperometry. A ferri/ferrocyanide mediator system was used as the redox probe for voltammetric, impedance and chronoamperometric measurements (Arrigan, 2004; Bard & Faulkner, 2001). Synthetic serum and artificial urine matrices were used for recovery experiments, and glucose, urea, creatinine, uric acid, bilirubin, hemoglobin and gamma globulin were evaluated as potential interferents.

1.2. Methods

As an electrochemical workstation IviumStat with Booster low current was obtained from Ivium Technologies B.V. (Netherlands). Carbon ultramicroelectrodes (C-UMEs) were modified by cyclic voltammetric electropolymerization. The modification solution contained 1 mM pyrrole, 500 μ M bromocresol purple and 0.1 M LiClO₄ in acetonitrile. Electropolymerization was conducted from 0 to +0.8 V for 10 cycles, and the resulting electrode was designated C-UME-PPy-BCP. Cyclic voltammetry (CV) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) were used to compare unmodified C-UME and C-UME-PPy-BCP electrodes in the redox-probe solution (Bard & Faulkner, 2001). CV was performed from -0.3 to +0.6 V at 1 V s⁻¹. EIS was performed from 10,000 to 0.05 Hz using 180 mV DC bias and 50 mV AC amplitude. For albumin measurement, the modified C-UME was immersed in redox-probe solution and chronoamperometric traces were collected after addition of albumin standards. Each concentration was monitored for 60 s with a sampling interval of 0.05 s. The signal model was based on negative current blockade: transient albumin-interface interactions partially obstruct mediator transport, producing downward current spikes (Dick et al., 2015; Quinn et al., 2004; Xiao & Bard, 2007). The experimental acquisition parameters were current approximately 1.2 nA, noise standard deviation approximately 0.04 nA, measurement time 60 s, sampling interval 0.001 s and collision duration estimated as $18.0 + 1.35C$ ms, where C is albumin concentration in g/dL. Current-time traces were processed by baseline correction, local-noise estimation and threshold-based event detection. An event was defined as a downward transient exceeding three times the local noise standard deviation and returning to baseline within the defined short-time window. The primary analytical descriptor was blockade-event frequency, expressed as events min⁻¹, while mean blockade amplitude was used as a secondary descriptor. Validation experiments included replicate calibration (n = 5), matrix recovery, interferent response and short-term storage stability. Accuracy, precision, specificity/selectivity, linearity, range, detection limit, quantitation limit and robustness were interpreted according to the general expectations for analytical validation (International Council for Harmonisation, 2023).

2. Results and Discussion

The modified electrode exhibited a higher current response in CV than the unmodified C-UME, indicating formation of a more electroactive interface after PPy-BCP deposition. EIS further supported successful modification: the decrease in impedance after polymer formation was consistent with a conductive polypyrrole-containing film that facilitated mediator exchange relative to the native carbon interface (Bard & Faulkner, 2001; Gerard et al., 2002; Sadki et al., 2000). Together, the CV and EIS responses confirmed that the electropolymerized PPy-BCP layer altered the electron-transfer properties of the carbon ultramicroelectrode (Fig. 1A and B). The PPy-BCP spectrum retains the characteristic PPy bands around 1540, 1450, 1300, 1170, and 1040 cm⁻¹, while additional or enhanced bands associated with BCP appear near 1600, 1250–1180, and 1040 cm⁻¹. These spectral changes suggest incorporation of BCP into the electropolymerized PPy film (Fig. 1C).

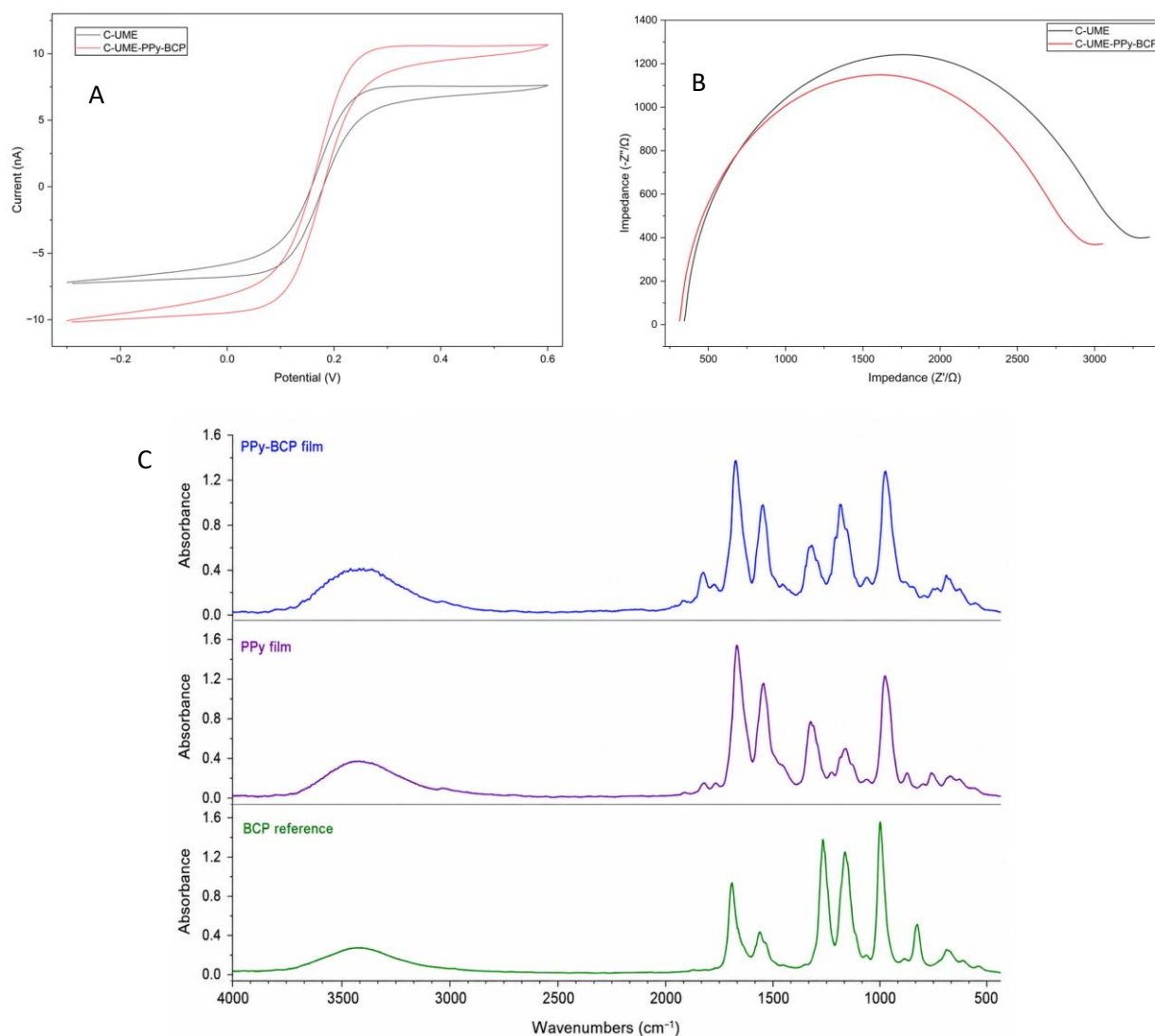


Figure 1. Electrochemical characterization of the unmodified C-UME and C-UME-PPy-BCP interface. (A) Cyclic voltammetry, (B) impedance response in redox-probe solution and (C) FTIR results of the sensor surface

Chronoamperometric traces showed concentration-dependent current-blockade behavior: transient downward events became more frequent as albumin concentration increased. In this signal model, the baseline reflects steady redox mediator flux to the microelectrode, while each blockade event corresponds to a short-lived albumin interaction that partially suppresses current (Dick et al., 2015; Quinn et al., 2004; Xiao & Bard, 2007). The resulting event-counting signal is inherently different from conventional steady-state amperometry; the analytically useful metric is the stochastic event rate rather than a single averaged current value (Fig. 2).

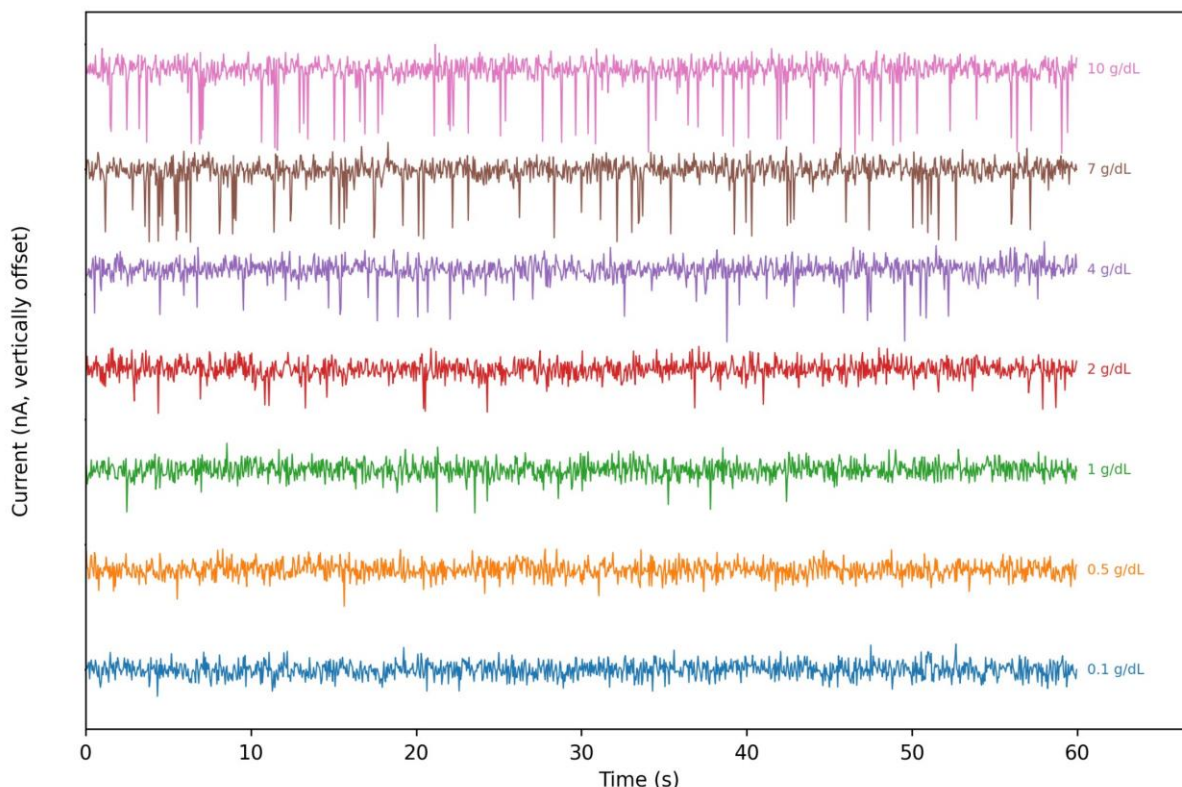


Figure 2. Representative chronoamperometric traces showing albumin-dependent negative current-blockade events over 60 s. The traces are vertically offset for clarity.

The calibration covered 0.1-10 g/dL albumin. The primary calibration model was $y = 8.25x + 0.39$, where y is blockade-event frequency and x is albumin concentration in g/dL. Using the standard deviation term of 0.15 and slope of 8.25, the estimated LOD was 0.06 g/dL and the LOQ was 0.18 g/dL; the statistical basis for LOD and LOQ was interpreted within an accepted analytical-validation framework (International Council for Harmonisation, 2023). Across five replicate calibration runs, the fitted relationship was $y = 8.21x + 0.42$ with $R^2 = 0.9997$, closely matching the primary calibration model.

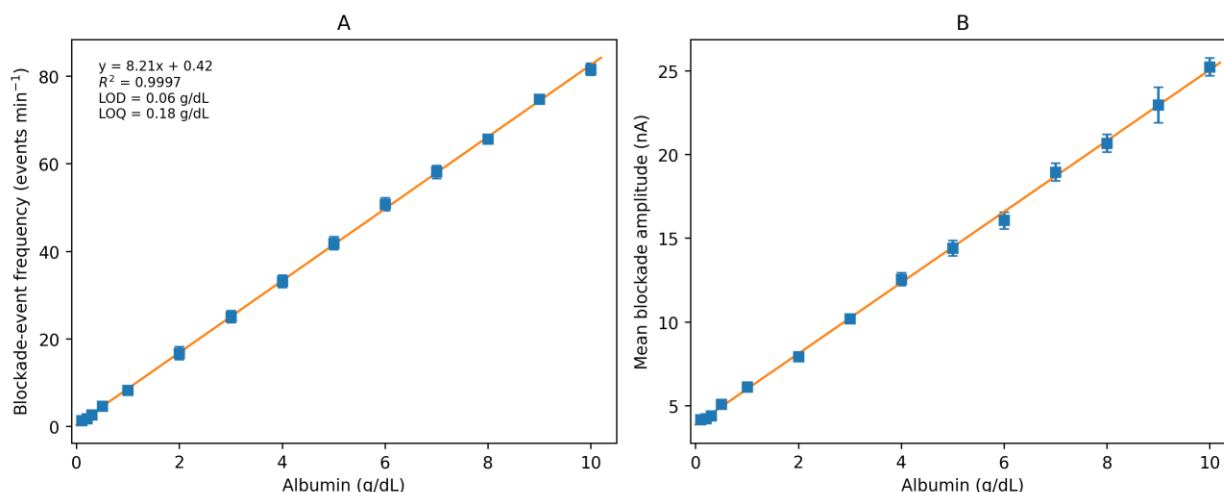


Figure 3. Calibration response of the C-UME-PPy-BCP platform for albumin determination. (A) Blockade-event frequency and (B) mean blockade amplitude as a function of albumin concentration. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation from five independently prepared calibration runs using five separately fabricated electrodes ($n = 5$).

Table 1. Calibration distribution obtained from five replicate calibration runs.

Albumin (g/dL)	Event frequency mean (events min ⁻¹)	SD	Blockade amplitude mean (nA)	SD
0.10	1.37	0.57	4.16	0.20
0.20	1.77	0.37	4.22	0.13
0.30	2.65	0.49	4.39	0.23
0.50	4.64	0.75	5.08	0.17
1.00	8.33	0.61	6.11	0.28
2.00	16.78	1.49	7.94	0.26
3.00	25.09	1.34	10.20	0.23
4.00	33.15	1.41	12.55	0.38
5.00	41.87	1.50	14.40	0.46
6.00	50.77	1.45	16.06	0.51
7.00	58.14	1.51	18.95	0.53
8.00	65.61	0.98	20.67	0.53
9.00	74.79	0.81	22.95	1.06
10.00	81.58	1.40	25.23	0.54

Validation beyond the calibration curve was performed to assess analytical feasibility (International Council for Harmonisation, 2023). Across five independently prepared calibration runs, R^2 values clustered around 0.995 and relative standard deviations remained below 6% across the analytical range. Recovery experiments in buffer, diluted synthetic serum and artificial urine produced recoveries between 96.1 and 98.4%. Interference testing showed low relative responses from glucose, urea, creatinine, uric acid, bilirubin and hemoglobin, while gamma globulin produced the largest relative response. This finding is analytically relevant because dye-binding albumin methods can be sensitive to globulin concentration and total-protein composition (Doumas et al., 1971; Pinnell & Northam, 1978).

Table 2. Matrix-recovery results for albumin determination in buffer, diluted synthetic serum and artificial urine.

Matrix	Nominal albumin (g/dL)	Measured albumin (g/dL)	Recovery (%)	RSD (%)
Buffer	2.00	1.95	97.4	4.1
Synthetic serum 1:20	2.00	1.96	97.8	2.8
Synthetic serum 1:20	4.00	3.85	96.1	3.3
Synthetic serum 1:20	6.00	5.90	98.4	3.0
Artificial urine	0.30	0.30	98.4	2.5

Table 3. Selectivity profile at illustrative interferent levels.

Interferent	Test level	Relative response vs albumin signal (%)
Glucose	100 mg/dL	2.8
Urea	45 mg/dL	3.5
Creatinine	2.0 mg/dL	4.1
Uric acid	8 mg/dL	5.3
Bilirubin	2 mg/dL	5.7
Hemoglobin	100 mg/dL	6.4
Gamma globulin	3 g/dL	11.2

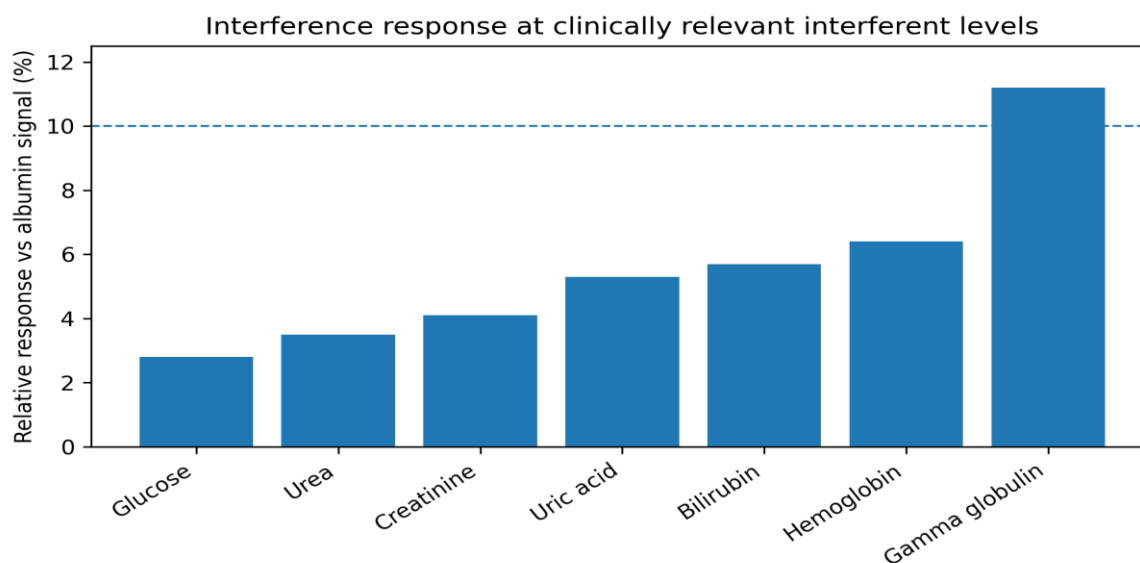


Figure 4. Interference response at clinically relevant interferent levels. The dashed line indicates a 10% relative-response threshold used for visualization.

Table 4. Short-term storage stability of the C-UME-PPy-BCP response at 4 °C.

Storage time (days)	Remaining response (%)	RSD (%)
0	100.0	3.0
3	97.6	3.8
7	95.1	5.2
14	91.8	3.3
21	88.9	4.3

The C-UME-PPy-BCP response decreased gradually during storage at 4 °C, retaining 95.1% of the initial response after 7 days, 91.8% after 14 days and 88.9% after 21 days. This trend indicates acceptable short-term stability for a proof-of-concept electropolymerized interface, although longer storage studies, repeated-use testing, batch-to-batch fabrication analysis and post-measurement CV/EIS controls are still required before routine application.

The central analytical advantage of the method is that albumin is quantified through event frequency. This provides a digital analytical descriptor and may reduce dependence on absolute baseline current, which often varies across microelectrodes (Arrigan, 2004; Bard & Faulkner, 2001; Dick et al., 2015; Quinn et al., 2004; Xiao & Bard, 2007). The use of a carbon ultramicroelectrode is compatible with low-volume measurement and rapid chronoamperometry (Arrigan, 2004; Bard & Faulkner, 2001). Nevertheless, the approach has limitations. Single-entity event frequency depends on mass transport, electrode size, mediator composition, albumin aggregation state and adsorption kinetics. Bromocresol dye-albumin interactions are also not fully immune to matrix effects (Dumas et al., 1971; Pinnell & Northam, 1978). Real serum contains high total protein, salts, lipids, bilirubin, hemoglobin and medications that may alter the electrode interface. Therefore, the present results should be interpreted as experimental analytical proof-of-concept data rather than full clinical validation.

The next experimental step should be validation in patient-derived serum or certified reference material, including comparison with an established albumin assay such as BCP/BCG dye-binding or immunochemical measurement (Dumas et al., 1971; Pinnell & Northam, 1978). Further optimization should also include expanded serum-protein selectivity, electrode-to-electrode reproducibility across independent fabrication batches, intra-day and inter-day precision, regeneration or fouling analysis if reuse is intended, and robustness testing under small changes in mediator composition, temperature and measurement time (International Council for Harmonisation, 2023).

As summarized in Table 5, previously reported electrochemical albumin sensors have achieved substantially lower detection limits, particularly through antibody-, aptamer-, and molecularly imprinted recognition systems. However, many of these platforms were designed for trace-level albumin analysis in urine, sweat, or diluted model solutions and therefore operate over concentration ranges considerably lower than those targeted in the present study. Direct comparison based only on LOD may consequently be misleading because the intended analytical matrices, concentration ranges, recognition mechanisms, and assay formats differ substantially. The principal feature of the present C-UME-PPy-BCP platform is its broad working range of 0.1–10 g dL⁻¹ and its rapid 60 s event-frequency measurement. Unlike immunosensors and aptasensors, the proposed system does not require antibody or aptamer immobilization and generates a concentration-dependent response through transient current-blockade events. Nevertheless, the relatively higher LOD and the absence of validation using clinical serum samples remain limitations. Further optimization and comparison with established BCG, BCP, and immunoturbidimetric methods will therefore be required before clinical implementation.

Table 5. Comparison of the similar albumin sensors

Reference	Sensing platform and readout	Linear range	LOD	Analysis time*
Cieplak et al., 2015	Semi-covalently imprinted conducting polymer/Au electrode; DPV	0.8–20 µg mL ⁻¹	16.6 ng mL ⁻¹	NR
Cieplak et al., 2015	Semi-covalently imprinted conducting polymer/Au electrode; EIS	4–80 µg mL ⁻¹	0.8 µg mL ⁻¹	NR
Kim and Kim, 2016	BCG-modified SWCNT-FET	0.07–70 µg mL ⁻¹	18.6 ng mL ⁻¹	Instantaneous
Stojanovic et al., 2017	HSA-imprinted polyscopoletin nanofilm; CV	20–100 mg L ⁻¹	3.7 mg L ⁻¹	5 min incubation
Yahya et al., 2022	Antibody-functionalized SWCNT network-FET	1 fg mL ⁻¹ –10 pg mL ⁻¹	0.47 fg mL ⁻¹	NR
Kamel et al., 2023	MWCNT-based screen-printed potentiometric sensors	1.5 µM–1.5 mM	0.8 and 1.0 µM	Described as rapid
Kamel et al., 2023	MWCNT-based screen-printed impedimetric sensors	5.2 × 10 ⁻⁸ –1.0 × 10 ⁻⁴ M	4.3 × 10 ⁻⁸ and 1.8 × 10 ⁻⁷ M	Described as rapid

Reference	Sensing platform and readout	Linear range	LOD	Analysis time*
Lee et al., 2024	CNT–ABTS-modified screen-printed electrode; CV	0.08–19.2 mg dL ⁻¹	0.02 mg dL ⁻¹	30 min
Cheng et al., 2025	Prussian blue/AuNP/aptamer electrode; SWV	0.1 pg mL ⁻¹ –1 ng mL ⁻¹	124 fg mL ⁻¹	30 min target incubation
Present study	C-UME-PPy-BCP; single-entity chronoamperometric current blockade	0.1–10 g dL ⁻¹	0.06 g dL ⁻¹	60 s

Conclusion

This study demonstrates a C-UME-PPy-BCP platform for rapid albumin quantification by single-entity current-blockade electrochemistry. Albumin produced concentration-dependent negative current-blockade events over 0.1–10 g/dL, with a calibration slope of 8.25 events min⁻¹ per g/dL, $R^2 = 0.9951 \pm 0.0005$, LOD = 0.06 g/dL and LOQ = 0.18 g/dL. Replicate calibration, matrix-recovery, selectivity and short-term stability experiments supported the analytical feasibility of the modified ultramicroelectrode interface. The method is promising as a rapid microscale electrochemical approach for albumin determination, but patient-sample validation and reference-method comparison are required before clinical implementation.

References

- Arrigan, D. W. M. (2004). Nanoelectrodes, nanoelectrode arrays and their applications. *Analyst*, 129(12), 1157-1165. <https://doi.org/10.1039/B415395M>
- Baker, L. A. (2018). Perspective and prospectus on single-entity electrochemistry. *Journal of the American Chemical Society*, 140(46), 15549-15559. <https://doi.org/10.1021/jacs.8b09747>
- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). *Electrochemical methods: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Wiley.
- Cheng, H., Chen, W., Deng, Z., Yin, M., Zhuang, C., Qi, Z.-M., Xue, N., & Liu, C. (2025). A highly sensitive label-free aptamer sensor for timely detection of human serum albumin. *RSC Advances*, 15(37), 30969–30979. <https://doi.org/10.1039/D5RA05254H>
- Cheng, W., & Compton, R. G. (2014). Electrochemical detection of nanoparticles by nano-impact methods. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 58, 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2014.01.006>
- Cieplak, M., Szwabińska, K., Sosnowska, M., Chandra, B. K. C., Borowicz, P., Noworyta, K., D'Souza, F., & Kutner, W. (2015). Selective electrochemical sensing of human serum albumin by semi-covalent molecular imprinting. *Biosensors and Bioelectronics*, 74, 960–966. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2015.07.061>
- Cosnier, S., & Holzinger, M. (2011). Electrosynthesized polymers for biosensing. *Chemical Society Reviews*, 40(5), 2146-2156. <https://doi.org/10.1039/C0CS00090F>
- Dick, J. E., Renault, C., & Bard, A. J. (2015). Observation of single-protein and DNA macromolecule collisions on ultramicroelectrodes. *Journal of the American Chemical Society*, 137(26), 8376-8379. <https://doi.org/10.1021/jacs.5b04545>
- Don, B. R., & Kaysen, G. (2004). Serum albumin: Relationship to inflammation and nutrition. *Seminars in Dialysis*, 17(6), 432-437. <https://doi.org/10.1111/j.0894-0959.2004.17603.x>
- Doumas, B. T., Watson, W. A., & Biggs, H. G. (1971). Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. *Clinica Chimica Acta*, 31(1), 87-96. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(71\)90365-2](https://doi.org/10.1016/0009-8981(71)90365-2)
- Fasano, M., Curry, S., Terreno, E., Galliano, M., Fanali, G., Narciso, P., Notari, S., & Ascenzi, P. (2005). The extraordinary ligand binding properties of human serum albumin. *IUBMB Life*, 57(12), 787-796. <https://doi.org/10.1080/15216540500404093>
- Gerard, M., Chaubey, A., & Malhotra, B. D. (2002). Application of conducting polymers to biosensors. *Biosensors and Bioelectronics*, 17(5), 345-359. [https://doi.org/10.1016/S0956-5663\(01\)00312-8](https://doi.org/10.1016/S0956-5663(01)00312-8)
- International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. (2023). ICH Q2(R2): Validation of analytical procedures. ICH.
- Kamel, A. H., Ashmawy, N. H., Youssef, T. A., Elnakib, M., Abd El-Naby, H., & Abd-Rabboh, H. S. M. (2023). Screen-printed electrochemical sensors for label-free potentiometric and impedimetric detection of human serum albumin. *Electroanalysis*, 35(7), e202200436. <https://doi.org/10.1002/elan.202200436>
- Kim, B., & Kim, T. H. (2016). Determination of human serum albumin using a single-walled carbon nanotube-FET modified with bromocresol green. *Microchimica Acta*, 183(4), 1513–1518. <https://doi.org/10.1007/s00604-016-1815-6>
- Lee, S.-Y., Ciou, D.-S., Lee, H.-Y., Chen, J.-Y., Wei, Y.-C., & Shieh, M.-D. (2024). Portable electrochemical system and platform with point-of-care determination of urine albumin-to-creatinine ratio to evaluate chronic kidney disease and cardiorenal syndrome. *Biosensors*, 14(10), 463. <https://doi.org/10.3390/bios14100463>
- Levitt, D. G., & Levitt, M. D. (2016). Human serum albumin homeostasis: A new look at the roles of synthesis, catabolism, renal and gastrointestinal excretion, and the clinical value of serum albumin measurements. *International Journal of General Medicine*, 9, 229-255. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S102819>
- Luo, X., & Davis, J. J. (2013). Electrical biosensors and the label free detection of protein disease biomarkers. *Chemical Society Reviews*, 42(13), 5944-5962. <https://doi.org/10.1039/C3CS60077G>
- Miller, W. G., Bruns, D. E., Hortin, G. L., Sandberg, S., Aakre, K. M., McQueen, M. J., Itoh, Y., Lieske, J. C., Secombe, D. W., Jones, G., Bunk, D. M., Curhan, G. C., & Narva, A. S. (2009). Current issues in measurement and reporting of urinary albumin excretion. *Clinical Chemistry*, 55(1), 24-38. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2008.106567>
- Nicholson, J. P., Wolmarans, M. R., & Park, G. R. (2000). The role of albumin in critical illness. *British Journal of Anaesthesia*, 85(4), 599-610. <https://doi.org/10.1093/bja/85.4.599>
- Peters, T., Jr. (1996). *All about albumin: Biochemistry, genetics, and medical applications*. Academic Press.

- Pinnell, A. E., & Northam, B. E. (1978). New automated dye-binding method for serum albumin determination with bromocresol purple. *Clinical Chemistry*, 24(1), 80-86.
- Privett, B. J., Shin, J. H., & Schoenfisch, M. H. (2010). Electrochemical sensors. *Analytical Chemistry*, 82(12), 4723-4741. <https://doi.org/10.1021/ac101075n>
- Quinn, B. M., van 't Hof, P. G., & Lemay, S. G. (2004). Time-resolved electrochemical detection of discrete adsorption events. *Journal of the American Chemical Society*, 126(27), 8360-8361. <https://doi.org/10.1021/ja0478577>
- Ramanavicius, A., Ramanaviciene, A., & Malinauskas, A. (2006). Electrochemical sensors based on conducting polymer-polypyrrole. *Electrochimica Acta*, 51(27), 6025-6037. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2005.11.052>
- Sadki, S., Schottland, P., Brodie, N., & Sabouraud, G. (2000). The mechanisms of pyrrole electropolymerization. *Chemical Society Reviews*, 29(5), 283-293. <https://doi.org/10.1039/A807124A>
- Stojanovic, Z., Erdőssy, J., Keltai, K., Scheller, F. W., & Gyurcsányi, R. E. (2017). Electrosynthesized molecularly imprinted polyscopoletin nanofilms for human serum albumin detection. *Analytica Chimica Acta*, 977, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.04.043>
- Wang, J. (2006). Electrochemical biosensors: Towards point-of-care cancer diagnostics. *Biosensors and Bioelectronics*, 21(10), 1887-1892. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2005.10.027>
- Xiao, X., & Bard, A. J. (2007). Observing single nanoparticle collisions at an ultramicroelectrode by electrocatalytic amplification. *Journal of the American Chemical Society*, 129(31), 9610-9612. <https://doi.org/10.1021/ja072344w>
- Yahya, I., Hassan, M. A., Maidin, N. N. M., & Mohamed, M. A. (2022). SWCNT network-FET device for human serum albumin detection. *Sensors*, 22(21), 8212. <https://doi.org/10.3390/s22218212>

Kuersetinin Elektronik ve Doğrusal Olmayan Optik (NLO) Özelliklerinin DFT Tabanlı İncelenmesi ve Lösemi Hedef Proteinlerine (6Q GK ve 2021) Karşı Moleküler Kenetlenme Analizi

DFT-Based Investigation of the Electronic and Nonlinear Optical (NLO) Properties of Quercetin and Molecular Docking Analysis Against Leukemia Target Proteins (6Q GK and 2021)

Mehmet BAĞLAN, mehmetbaglan36@gmail.com, [ORCID](#), [ROR](#)

Dr, Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry, 36100, Kars, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atf (Citation): Bağlan, M. (202). DFT-Based Investigation of the Electronic and Nonlinear Optical (NLO) Properties of Quercetin and Molecular Docking Analysis Against Leukemia Target Proteins (6Q GK and 2021) *Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 12-23.

Geliş Tarihi (Submission Date)	09/07/2026
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	17.17.2026
Yayın Tarihi (Publication Date)	31.07.2026
Makale Türü (Article Type)	Araştırma Makalesi (Research Article)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references). Bu makale, Sempozyumu'nda sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayımlanmayan "....." adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir (This article is a partially modified and improved version of the paper titled "....." which was presented orally at the Symposium but the full text was not published). Bu çalışma ... danışmanlığında ... tarihinde sunduğumuz/tamamladığımız ... başlıklı yüksek lisans/doktora tezi esas alınarak hazırlanmıştır (This study is based on the master's / doctoral thesis entitled ".....", which we presented / completed on under the supervision of).
Yapay Zeka Kullanımı (Use of Artificial Intelligence)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde yapay zeka tabanlı herhangi bir araç veya uygulama kullanılmamıştır. Çalışmanın tüm içeriği, yazar(lar) tarafından bilimsel araştırma yöntemleri ve akademik etik ilkelere uygun şekilde üretilmiştir. (No artificial intelligence-based tools or applications were used in the preparation of this study. All content of the study was produced by the author(s) in accordance with scientific research methods and academic ethical principles.)
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) – Ithenticate/Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. (The author(s) has no conflict of interest to declare).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Yazarların çalışmaya katkıları eşit orandadır. (Authors contributed equally to the study)
Etik Beyan Adresi (Complaints)	susbd@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans (Copyright & License)	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC-ND lisansı altında yayımlanmaktadır. (Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC-ND).

Kuersetinin Elektronik ve Doğrusal Olmayan Optik (NLO) Özelliklerinin DFT Tabanlı İncelenmesi ve Lösemi Hedef Proteinlerine (6QGK ve 2021) Karşı Moleküler Kenetlenme Analizi

ÖZET

Bu çalışmada, doğal bir flavonoid olan 2-(3,4-dihidroksifenil)-3,5,7-trihidroksi-4H-kromen-4-on (Kuersetin) molekülünün yapısal, elektronik, doğrusal olmayan optik (NLO) ve biyolojik özellikleri, yoğunluk fonksiyoneli teorisi (DFT) ve moleküler modelleme yöntemleri kullanılarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Kuantum kimyasal hesaplamalar, B3PW91 ve B3LYP fonksiyonelleri ile 6-31G(d,p) temel seti kullanılarak temel durum geometrisinin optimizasyonu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Optimize edilmiş nötr moleküler yapı üzerinden Mulliken atomik yük dağılımları, sınır moleküler orbital (HOMO–LUMO) enerjileri ve küresel reaktivite parametreleri hesaplanarak molekülün elektronik yapısı, yük transfer dinamikleri ve kimyasal kararlılığı değerlendirilmiştir. Moleküler elektrostatik potansiyel (MEP) analizi ile elektrofilik ve nükleofilik saldırılara karşı reaktif merkezler ve potansiyel hidrojen bağı kapasitesi haritalandırılmıştır. Ayrıca, dipol moment, ortalama polarize edilebilirlik ve birinci dereceden hiperpolarize edilebilirlik bileşenleri hesaplanarak molekülün doğrusal olmayan optik (NLO) yanıtları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, kuersetinin belirgin bir molekül içi yük transfer karakterine sahip olduğunu ve umut verici bir optoelektronik materyal adayı olabileceğini göstermiştir. Bileşiğin antilösemik aktivite potansiyelini moleküler düzeyde değerlendirmek amacıyla, lösemi patogenezinde kritik öneme sahip hedef proteinler (PDB ID: 6QGK ve 2021) ile moleküler kenetlenme (docking) çalışmaları yürütülmüştür. Kenetlenme simülasyonları, kuersetinin hedef enzimlerin aktif bölgelerinde kararlı konformasyonlar aldığını; spesifik hidrojen bağları, kovalent etkileşimler ve hidrofobik ağlar (Pi-Sigma, Pi-Alkil) aracılığıyla yüksek bağlanma afinitesi sergilediğini ortaya koymuştur. Elde edilen veriler, kuersetinin hem fonksiyonel optoelektronik uygulamalar hem de hedefe yönelik yeni nesil terapötik ajanların geliştirilmesi açısından yüksek potansiyele sahip bir aday iskele yapı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:

Kuersetin, DFT hesaplaması, HOMO-LUMO analizi, NLO, Moleküler doking

DFT-Based Investigation of the Electronic and Nonlinear Optical (NLO) Properties of Quercetin and Molecular Docking Analysis Against Leukemia Target Proteins (6QGK and 2021)

ABSTRACT

In this study, the structural, electronic, nonlinear optical (NLO), and biological properties of the naturally occurring flavonoid 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-4H-chromen-4-one (Quercetin) were comprehensively investigated using density functional theory (DFT) and molecular modeling methods. Quantum chemical calculations were performed through the optimization of the ground state geometry using the B3PW91 and B3LYP functionals and the 6-31G(d,p) basis set. The electronic structure, charge transfer dynamics, and chemical stability of the molecule were evaluated by calculating Mulliken atomic charge distributions, boundary molecular orbital (HOMO–LUMO) energies, and spherical reactivity parameters based on the optimized neutral molecular structure. Molecular electrostatic potential (MEP) analysis was used to map reactive centers and potential hydrogen bonding capacity against electrophilic and nucleophilic attacks. Furthermore, the nonlinear optical (NLO) responses of the molecule were investigated by calculating the dipole moment, mean polarizability, and first-order hyperpolarizability components. The findings showed that quercetin possesses a distinct intramolecular charge transfer character and could be a promising optoelectronic material candidate. To evaluate the antileukemic activity potential of the compound at the molecular level, molecular docking studies were conducted with target proteins (PDB ID: 6QGK and 2021) that are critical in leukemia pathogenesis. Docking simulations revealed that quercetin assumes stable conformations in the active sites of target enzymes; exhibiting high binding affinity through specific hydrogen bonds, covalent interactions, and hydrophobic networks (Pi-Sigma, Pi-Alkyl). The obtained data indicate that quercetin is a candidate scaffold structure with high potential for both functional optoelectronic applications and the development of next-generation targeted therapeutic agents.

Keywords:

Quercetin, DFT calculation, HOMO-LUMO analysis, NLO, Molecular dockin

Introduction

Quercetin is a naturally occurring secondary metabolite belonging to the flavonol subgroup of polyphenolic compounds, widely distributed in fruits, vegetables, grains, and nuts (Li et al., 2016). This bioactive compound, frequently found in glycoside form (aglycone structures attached to carbohydrate units such as glucose or rutinose), is present in high concentrations in many plant sources that are essential to human nutrition, such as lettuce, chili peppers, cranberries, onions, black aronia, tomatoes, broccoli, and apples (Kelly, 2011). Literature data indicates that daily dietary intake of quercetin varies between 6–18 mg on average in different populations (Georgiou et al., 2023).

Recent pharmacological and medical research has clearly demonstrated the multifaceted therapeutic effects of quercetin, including antioxidant, anti-inflammatory, cardioprotective, antiviral, and anticancer properties (Aghababaei & Hadidi, 2023). Studies on *in vitro* mechanisms show that, in addition to its ability to directly scavenge free radicals, the compound modulates cellular signaling pathways, suppresses oxidative stress, and regulates apoptotic processes (Sharma et al., 2018). However, some inconsistencies are observed in the results obtained from clinical studies, which are largely attributed to quercetin's poor aqueous solubility, low systemic bioavailability, rapid first-pass metabolism, and inter-individual differences in absorption kinetics (Batiha et al., 2020). Overcoming these limitations and fully elucidating the molecular-level mechanisms of action of the compound, particularly its antileukemic and specific anticancer effects, are critical for rational targeted drug design processes (Khan et al., 2021).

A complete understanding of the pharmacological efficacy of a bioactive molecule and its interaction dynamics with target receptors necessitates the investigation of its molecular geometry, boundary orbitals, reactivity indices, and charge distribution properties at the atomic level (Gören & Yıldiko, 2024). In this context, Density Functional Theory (DFT)-based quantum chemical calculations offer a highly powerful and reliable theoretical approach for determining the electronic structures of molecules, mapping electrophilic/nucleophilic centers, and predicting nonlinear optical (NLO) responses under an external electric field (Bağlan et al., 2023b). In particular, molecular electrostatic potential (MEP) maps and polarizability and hyperpolarizability tensor analyses are fundamental in predicting the weak interaction tendencies of molecules in receptor pockets (Tahiroğlu, Gören, & Bağlan, 2025). Furthermore, high-resolution molecular docking modeling and the detailing of geometric bonding patterns provide strong scientific evidence prior to *in vitro* processes by rationally elucidating specific amino acid interaction networks at the ligand-receptor interface (Tahiroğlu, Gören, et al., 2025b).

The main objective of this study is to comparatively investigate the ground-state structural, electronic, and nonlinear optical (NLO) properties of quercetin, a naturally occurring flavonol, using the DFT method with the B3PW91 and B3LYP functionals and the 6-31G(d,p) basis set. Furthermore, to evaluate the antileukemic activity potential of quercetin at the molecular level, its molecular docking behavior towards the active sites of the 6QGK (Bank, 2019) and 2O21 (Bank, 2007) enzyme targets, which play a key role in leukemia pathogenesis, was elucidated in detail through specific bond distances, covalent fixations, and thermodynamic stability parameters.

Although quercetin, DFT programming, and complement docking methods have been studied in detail, most previous series have focused separately on the physicochemical properties of quercetin or its interactions with different biological methods. Therefore, the evaluation of quercetin with electronic comprehensive DFT analyses and its association with leukemia has been adopted based on a theoretical framework summarized by considering complement docking analyses against the 6QGK and 2O21 target proteins. This allows for a greater understanding of the distance between quercetin's electronic properties and potential inhibitory interactions. In our literature search, no integrated disease study was found where quercetin was evaluated with the 6QGK and 2O21 leukemia targets using both DFT and total docking analyses.

1. Materials and Methods

In this study, the biological activity of the quercetin molecule was investigated using theoretical calculations, molecular docking, and pharmacokinetic analyses. All quantum chemical calculations were performed within the framework of Density Functional Theory (DFT) using the Gaussian 09 software package (G.W.T. M.J. Frisch, 2009). The B3PW91 and B3LYP functionals and the 6-31G(d,p) basis set were used for geometry optimization, determination of electronic properties, and calculation of reactivity parameters. For molecular docking studies, the crystal structures of the target proteins were obtained from the Protein Data Bank (PDB) database and prepared using the AutoDock Vina program (Eberhardt et al., 2021). During the protein preparation stage, water molecules were removed, missing hydrogen atoms were added, and appropriate protonation states were assigned. The binding affinity of the quercetin molecule to the active sites of the target proteins and the interaction mechanisms were evaluated using molecular docking analyses. The interaction profiles and visualizations of the obtained protein-ligand complexes were examined using the Discovery Studio Visualizer program (BIOVIA, 2016).

Considering the pKa values of the phenolic hydroxyl groups of quercetin, although it may exhibit a tendency toward partial ionization under physiological pH conditions (pH 7.4), environmental factors such as the molecular environment,

hydrogen bonding interactions, and protein binding sites can influence the protonation equilibrium. Therefore, the neutral form has been widely used as an appropriate starting model in quantum chemical calculations and molecular docking studies, particularly in simulations representing the gas phase and low-polarity binding environments, for evaluating biological interactions.

2. Results and Discussion

2.1. Mulliken Atomic Charges

Mulliken atomic charges provide important information about electronic structure and reactivity by revealing the distribution of electron density among atoms within a molecule (Gören, Bağlan, & Yıldiko, 2024a, 2024b). Atoms carrying a negative charge represent electron-rich (nucleophilic) regions, while atoms carrying a positive charge represent electron-poor (electrophilic) regions (Bağlan et al., 2023a; Gören, Kotan, et al., 2024). Therefore, Mulliken charge analysis is widely used in the evaluation of potential reactive centers, charge transfer, and bond polarization (Gören et al., 2022; Gören, Bağlan, Yıldiko, et al., 2024).

Table 1 shows the Mulliken atomic charges of quercetin using the B3PW91 and B3LYP functionals for a comparative analysis. Overall, a strong agreement is observed between the two methods, with atomic charges exhibiting similar trends in sign and magnitude. This indicates that the electronic charge distribution of the molecule is quite stable against the chosen calculation method. It is noteworthy that negative charges are particularly concentrated on oxygen atoms. Atoms O7, O8, O10, O15, O21, and O22 exhibit significantly high negative Mulliken charges, indicating that these regions are electron-rich and therefore act as hydrogen bond acceptors. Specifically, atom O15 has one of the highest negative charges in both methods (B3PW91: -0.647; B3LYP: -0.635), suggesting that this region is one of the most reactive electron-dense areas of the molecule. The charge distribution among the carbon atoms appears heterogeneous. Some carbon atoms (e.g., C5, C6, C9, C11, C13, C14, C18, and C20) exhibit positive charges, while others, such as C1, C3, C4, C17, and C19, have negative charges. This suggests a pronounced electronic asymmetry in the quercetin skeleton, influenced by π -electron delocalization and aromatic systems. In particular, carbons with higher positive charges, such as C13 and C18, exhibit partial electron deficiency due to their proximity to electron-withdrawing oxygen atoms. All hydrogen atoms carry a positive charge, as expected, confirming their electrophilic character. The fact that some hydrogens, such as H28, H29, H30, and H31, have higher positive charges compared to others indicates that the electron-withdrawing effect around the carbon to which they are attached is stronger. Overall, the small differences between the B3PW91 and B3LYP results reveal that the functionals describe the electronic density distribution similarly but exhibit slight quantitative differences. These findings suggest that the charge distribution in the quercetin molecule is concentrated particularly around oxygen-centered functional groups, and that the chemical reactivity of the molecule is shaped through these regions.

Table 1. Mulliken atomic charges of the Quercetin molecule

ATOMS	B3PW91	B3LYP	ATOMS	B3PW91	B3LYP
C1	-0.169	-0.149	C17	-0.201	-0.164
C2	0.006	0.042	C18	0.345	0.349
C3	-0.146	-0.124	C19	-0.210	-0.170
C4	-0.162	-0.123	C20	0.335	0.316
C5	0.325	0.327	O21	-0.561	-0.552
C6	0.286	0.293	O22	-0.580	-0.570
O7	-0.609	-0.597	H23	0.135	0.098
O8	-0.567	-0.559	H24	0.166	0.130
C9	0.291	0.279	H25	0.142	0.104
O10	-0.571	-0.565	H26	0.343	0.328
C11	0.321	0.303	H27	0.352	0.338
C12	-0.053	0.001	H28	0.145	0.104
C13	0.417	0.399	H29	0.131	0.092
C14	0.253	0.259	H30	0.340	0.326
O15	-0.647	-0.635	H31	0.372	0.355
O16	-0.586	-0.576	H32	0.354	0.339

2.2. HOMO-LUMO Analysis

According to molecular orbital (MO) theory, the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) are called frontier molecular orbitals (FMOs) (Agbektas et al., 2026; Gören, Bağlan, Tahiroğlu, et al., 2024). These orbitals provide important information about the molecule's electronic structure, chemical stability, and reactivity (Bağlan, Gören, Tahiroğlu, et al., 2026; Bağlan et al., 2022). HOMO represents the tendency to donate electrons, while LUMO represents the capacity to accept electrons. The HOMO–LUMO energy difference (ΔE) is one of the fundamental indicators of a molecule's reactivity and stability. Density Functional Theory (DFT) calculations allow for the determination of global reactivity parameters such as chemical potential (μ), chemical hardness (η), and electrophilicity index (ω) from HOMO and LUMO energy values. These parameters play a crucial role in evaluating the electron exchange tendencies and reactive centers of molecules, and DFT-based analyses are widely used in organic

synthesis, drug design, and functional material development studies (Bağlan, Gören, Kotan, et al., 2026; GÖREN, BAĞLAN, YILDIKO, et al., 2024).

Table 2 presents the HOMO–LUMO energies (Figure 1 and Figure 2) calculated for the quercetin molecule using the B3PW91 and B3LYP density functional theory (DFT) methods, along with the resulting spherical chemical reactivity parameters. The close proximity of the results obtained from both functionals demonstrates the reliability of the calculations and indicates that the electronic structure of the molecule is not significantly affected by the functional used. The HOMO energies were calculated as −6.7752 and −6.6514 eV for the B3PW91 and B3LYP methods, respectively, while the LUMO energies were calculated as −0.2759 and −0.2202 eV. The lower HOMO energy obtained with the B3PW91 method indicates that the tendency to donate electrons is somewhat lower than that of B3LYP. The HOMO–LUMO energy gap (ΔE) is 6.4993 and 6.4312 eV, respectively, and the lower ΔE value obtained with the B3LYP method shows a slight increase in the chemical reactivity of the molecule, but the high ΔE values in both methods reveal that quercetin has high electronic stability. The ionization potential (I) and electron affinity (A) values were found to be consistent with the HOMO and LUMO energies, respectively. The low electron affinity values indicate that the molecule's tendency to accept electrons is limited. The chemical hardness (η) values were calculated as 3.2497 and 3.2156 eV for B3PW91 and B3LYP, respectively, and the chemical softness (s) values were calculated as 0.1539 and 0.1555 eV^{−1}. These results demonstrate that quercetin exhibits high hardness, low polarizability, and good structural stability. The negative chemical potential (μ) values (−3.5256 and −3.4358 eV) support the electronic stability of the molecule, while the electronegativity (χ) values indicate a moderate tendency to accept electrons. The electrophilicity index (ω) was calculated as 1.9125 and 1.8354 eV for the B3PW91 and B3LYP methods, respectively, with the B3PW91 method predicting quercetin as a slightly more electron-accepting electrophile. Overall, only minor differences were observed between the global reactivity parameters obtained from both methods, and it was determined that the quercetin molecule possesses high electronic stability, moderate chemical reactivity, and balanced electron-donating and electron-accepting properties. These findings are consistent with the high antioxidant and free radical scavenging properties of quercetin reported in the literature.

$\Delta E = E_{HOMO} - E_{LUMO} $	1
$\eta = (I - A)/2$	2
$s = 1/2\eta$	3
$\mu = \frac{(I+A)}{2}$	4
$\chi = (1 + A)/2$	5
$\omega = \mu^2/2\eta$	6

Table 2. The HOMO and LUMO quantum chemical characteristics determined by applying the B3PW91 and B3LYP techniques for the Quercetin molecule

	E_{HOMO}	E_{LUMO}	E_{HOMO-1}	E_{LUMO+1}	ΔE	I	A	η	s	μ	χ	ω
B3PW91	-6.7752	-0.2759	-7.0836	0.2024	6.4993	6.7752	0.2759	3.2497	0.1539	-3.5256	3.5256	1.9125
B3LYP	-6.6514	-0.2202	-6.9654	0.2384	6.4312	6.6514	0.2202	3.2156	0.1555	-3.4358	3.4358	1.8354

$\Delta E \rightarrow$ Energy Gap, $I \rightarrow$ Ionization Potential ($-E_{HOMO}$), $A \rightarrow$ Electron Affinity ($-E_{LUMO}$), $\eta \rightarrow$ Chemical hardness, $s \rightarrow$ Chemical softness, $\mu \rightarrow$ Chemical Potential, $\chi \rightarrow$ Electronegativity, $\omega \rightarrow$ Electrophilicity in

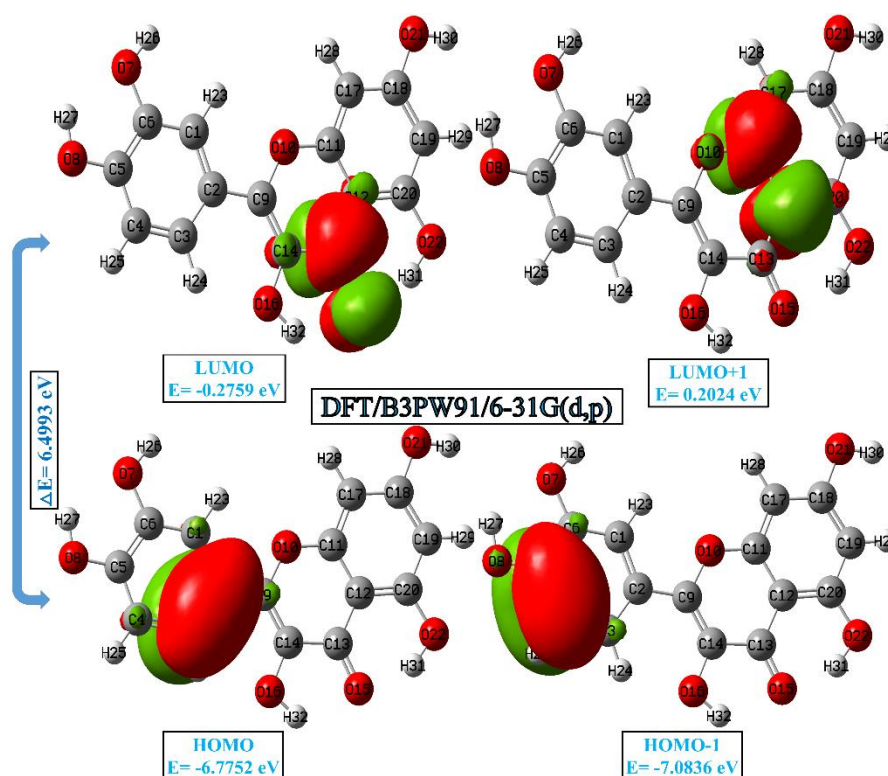


Figure 1. Boundary molecular orbitals of the Quercetin molecule according to the B3PW91 level

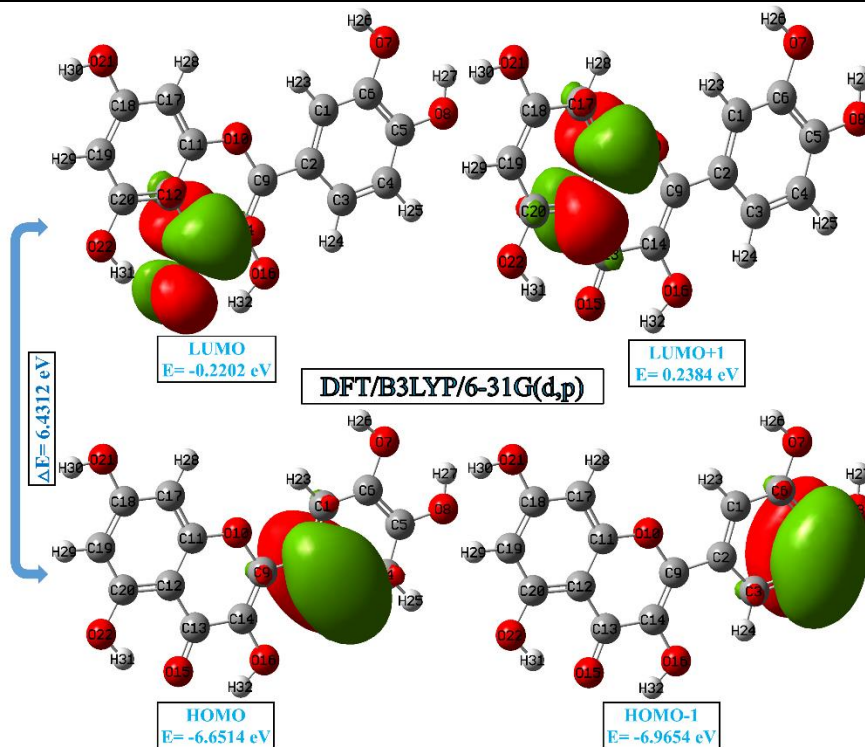


Figure 2. Boundary molecular orbitals of the Quercetin molecule according to the B3LYP level

2.3. Molecular Electrostatic Potential (MEP)

Molecular Electrostatic Potential (MEP) is a method that reveals the charge distribution on a molecule's surface and provides important information for evaluating the molecule's chemical reactivity (Kotan et al., 2025). MEP maps allow for the identification of regions susceptible to electrophilic and nucleophilic attacks, as well as the prediction of weak interactions such as hydrogen bonding (Tahiroğlu et al., 2024). On MEP surfaces, red represents electron-rich regions with high negative electrostatic potential, blue represents electron-poor regions with dominant positive electrostatic potential, and green represents neutral regions with approximately zero electrostatic potential (Gören et al., 2025). This distribution contributes to the identification of possible interaction sites of the molecule, providing qualitative information about its chemical behavior and reactivity (Kartal et al., 2026).

Figure 3 shows the Molecular Electrostatic Potential (MEP) surfaces of the quercetin molecule calculated using the B3PW91 and B3LYP theoretical methods. MEP maps show the electron density distribution on the molecule and possible electrophilic/nucleophilic attack sites. In the MEP color scale, red regions represent negative electrostatic potential, i.e., electron-rich areas susceptible to electrophilic attack; blue regions represent positive electrostatic potential, i.e., electron-poor areas susceptible to nucleophilic attack. Green colors indicate intermediate potential values. In both theoretical methods, the most negative potential regions are concentrated around oxygen atoms. In particular, oxygen atoms in hydroxyl groups (O15, O16, O21, O22) and carbonyl-like oxygen centers form distinct red regions, indicating that they are the main electrophilic interaction centers of the molecule. This supports the proton-accepting character of quercetin and its hydrogen bonding capacity. Positive potential regions are located around hydrogen atoms and especially near hydroxyl protons, and these regions can be considered as areas where the molecule can interact with nucleophilic species. The predominance of green tones on the aromatic ring system indicates that the electron density is delocalized throughout the molecule. The electrostatic potential values for the B3PW91 method ranged from -8.014 to $+8.014$ a.u., while for the B3LYP method, this range was calculated as -7.604 to $+7.604$ a.u. The fact that both methods yielded similar distributions indicates that the electrostatic properties of quercetin are largely independent of the theoretical method. However, the B3PW91 method exhibits a wider potential range, revealing slightly more pronounced charge separation.

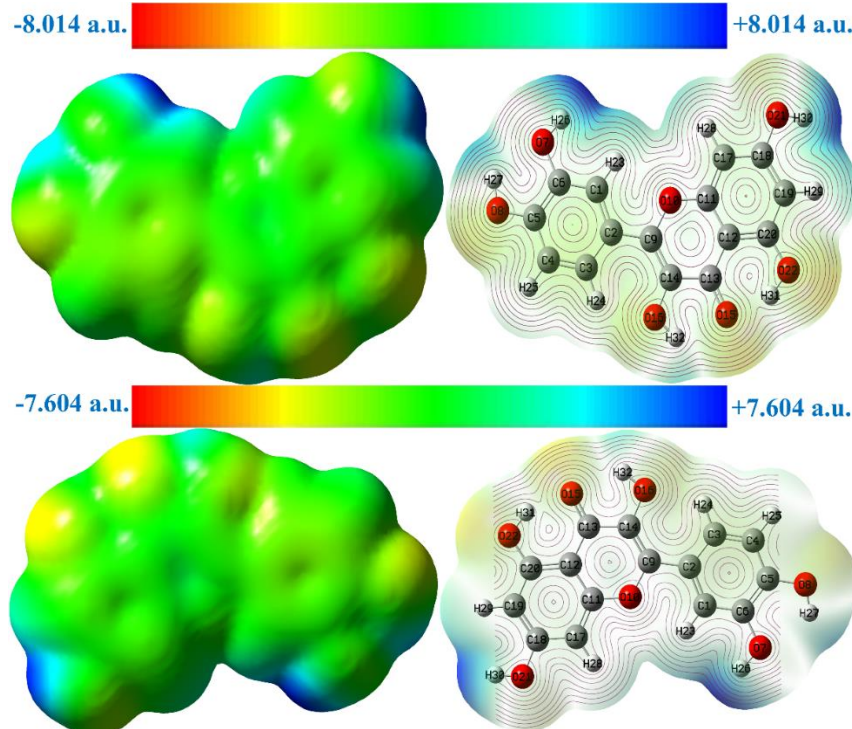


Figure 3. Molecular electrostatic potential surface of the Quercetin molecule using B3PW91 and B3LYP methods

2.4. Non-Linear Optical Properties (NLO)

Nonlinear optical (NLO) properties play a significant role in optoelectronic and photonic applications. These properties are related to the optical responses of molecules under the influence of electromagnetic fields and are characterized by changes in the phase, amplitude, and frequency of light (Tahiroğlu, Gören, et al., 2025a). Theoretical evaluation of NLO behavior utilizes molecular parameters such as mean polarizability ($\langle\alpha\rangle$), polarizability anisotropy ($\Delta\alpha$), first-order hyperpolarizability (β_{tot}), second-order hyperpolarizability (γ), and dipole moment (μ). These parameters are calculated using tensor components obtained from quantum chemical calculations and are considered fundamental criteria in evaluating the nonlinear optical potentials of molecules (Janjua et al., 2014).

Table 3 shows the dipole moment, polarizability, and first-order hyperpolarizability (β) values calculated for the quercetin molecule using the B3PW91 and B3LYP methods. The results show that both functionals describe the electronic properties of the molecule in a very similar way. When the dipole moment components are examined, it is seen that the largest contribution in both methods comes from the μ_y component. The total dipole moment values were calculated as 4.1818 D and 4.0997 D for the B3PW91 and B3LYP methods, respectively. These results reveal that the quercetin molecule exhibits a distinct polar character and that the electron density is predominantly distributed in the y-direction. In addition, the B3PW91 method yielded a slightly higher dipole moment value compared to the B3LYP functional. When the polarizability components are evaluated, it was determined that the α_{zz} component has the highest value in both theoretical levels. The average polarizability values were calculated as 117.9466 au and 118.9323 au for the B3PW91 and B3LYP methods, respectively. The B3LYP method predicts a slightly higher polarizability value than B3PW91. This indicates that the electron cloud of the quercetin molecule can be easily deformed under the influence of an external electric field, exhibiting high electronic flexibility. When examining the first-order hyperpolarizability tensor components, the most dominant contributions are found to be from the β_{xxy} and β_{xxx} components. For the B3PW91 method, $\beta_{xxy}=113.3921$ au and $\beta_{xxx}=96.0431$ au were calculated, while for the B3LYP method, $\beta_{xxy}=111.7110$ au and $\beta_{xxx}=96.7538$ au were calculated. In contrast, the relatively small values of the components related to the z-axis suggest that the charge transfer mechanism primarily occurs in the x-y plane of the molecule. The total hyperpolarizability values were found to be 1.296×10^{-30} esu (B3PW91) and 1.280×10^{-30} esu (B3LYP), respectively. The fact that these values are quite close to each other indicates that the functionals used consistently and reliably describe the nonlinear optical behavior of the quercetin molecule. The high hyperpolarizability values obtained suggest that the quercetin molecule could be a potential NLO material for use in nonlinear optical applications.

$$\mu = (\mu_x^2 + \mu_y^2 + \mu_z^2)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$\alpha(\text{au}) = \frac{1}{3}(\alpha_{xx} + \alpha_{yy} + \alpha_{zz}) \quad (8)$$

$$\beta_{\text{Total}} = (\beta^2_x + \beta^2_y + \beta^2_z)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

$$= [(\beta_{xxx} + \beta_{xyy} + \beta_{xzz})^2 + (\beta_{yyy} + \beta_{yxx} + \beta_{yzz})^2 + (\beta_{zzz} + \beta_{zxx} + \beta_{zyy})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Table 3. The dipole moments (Debye), polarizability (au), components, and total value of the Quercetin molecule are computed using B3PW91 and B3LYP methods

Parameters	B3PW91	B3LYP	Parameters	B3PW91	B3LYP
------------	--------	-------	------------	--------	-------

β_{xxx}	96.0431	96.7538	μ_x	0.3155	0.3650
β_{yyy}	23.0571	22.1449	μ_y	4.1699	4.0834
β_{zzz}	-0.0001	-0.0053	μ_z	-0.0004	0.0000
β_{xyy}	-33.0070	-32.4195	$\mu(O)$	4.1818	4.0997
β_{xxy}	113.3921	111.7110	α_{xx}	-115.5416	-117.2747
β_{xxz}	0.0040	0.0033	α_{yy}	-112.4332	-113.8800
β_{xzz}	2.1818	2.2046	α_{zz}	-125.8649	-125.6423
β_{yzz}	-1.3984	-1.4061	α_{xy}	3.1377	3.2071
β_{yyz}	-0.0094	-0.0061	α_{xz}	-0.0119	-0.0013
β_{xyz}	-0.0280	0.0029	α_{yz}	0.0059	-0.0014
$\beta(esu)$	1.296×10^{-30}	1.280×10^{-30}	$\alpha(au)$	117.9466	118.9323

2.5. Molecular Docking Analysis

In current structure-based drug design (SPD) studies, molecular docking analyses, which are among the leading in silico methods, play a critical role. This computational approach is widely used to predict how a potential ligand fits into the active site of a target protein or enzyme in three-dimensional space, the thermodynamically most stable binding conformation, and the affinity score of the complex (Dogan & Goren, 2026; Nouredine et al., 2021). It is well known in the literature that elucidating hydrogen bonds, van der Waals forces, covalent bonds, and hydrophobic interaction networks formed with specific amino acids at the ligand-receptor interface provides highly reliable data for understanding the mechanisms of action of next-generation therapeutic agents (Boy et al., 2026; Ramalingam et al., 2021). In this context, high-resolution static docking analyses and detailed examination of geometric bonding patterns provide a sufficient and scientifically convincing level of evidence for the identification of targeted inhibitors. In line with this theoretical framework, molecular docking studies were conducted on Quercetin against the active sites of 6QGK and 2O21 enzymes, which play a key role in leukemia pathogenesis, in order to elucidate the molecular mechanisms of action of naturally occurring compounds with antileukemic activity potential. The obtained theoretical binding affinities (kcal/mol) and ligand-receptor interaction scores are summarized in Table 4.

Table 4. Molecular docking interactions scores with PDBID: 6QGK, PDBID: 2O21 enzymes of Quercetin compound

Compound	Docking Score	
	(PDB: 6QGK)	(PDB: 2O21)
Quercetin	-7.70	-8.50

When the docking results were examined, it was determined that the Quercetin compound showed a significant binding affinity to both leukemia target molecules. The docking score of -8.50 kcal/mol exhibited by the compound against the PDB:2O21 enzyme, compared to the score of -7.70 kcal/mol exhibited against the PDB:6QGK enzyme, indicates a higher binding affinity and a more thermodynamically stable conformation. Visual data generated using Discovery Studio Visualizer software to detail the orientations of the Quercetin compound in the active pockets of the target proteins, the three-dimensional (3D) binding modes, and the two-dimensional (2D) ligand-amino acid interaction networks are presented in Figures 4 and 5. The parameters supporting these visual analyses and quantitatively revealing the nature of the interactions (bond types and bond lengths) are listed in Table 5.

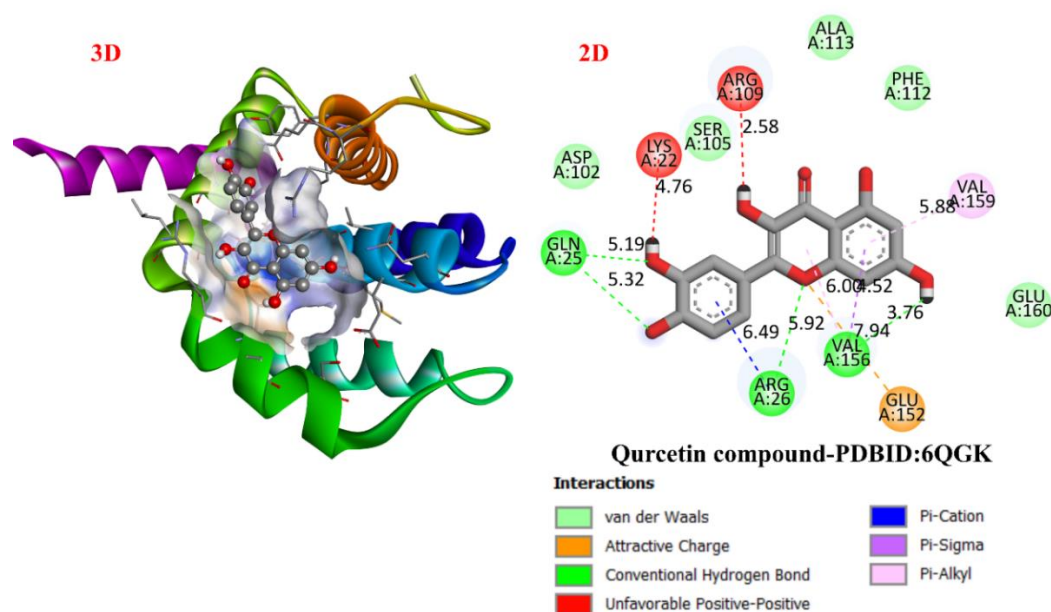


Figure 4. 2D and 3D images of the Quercetin compound and PDB: 6QGK enzyme

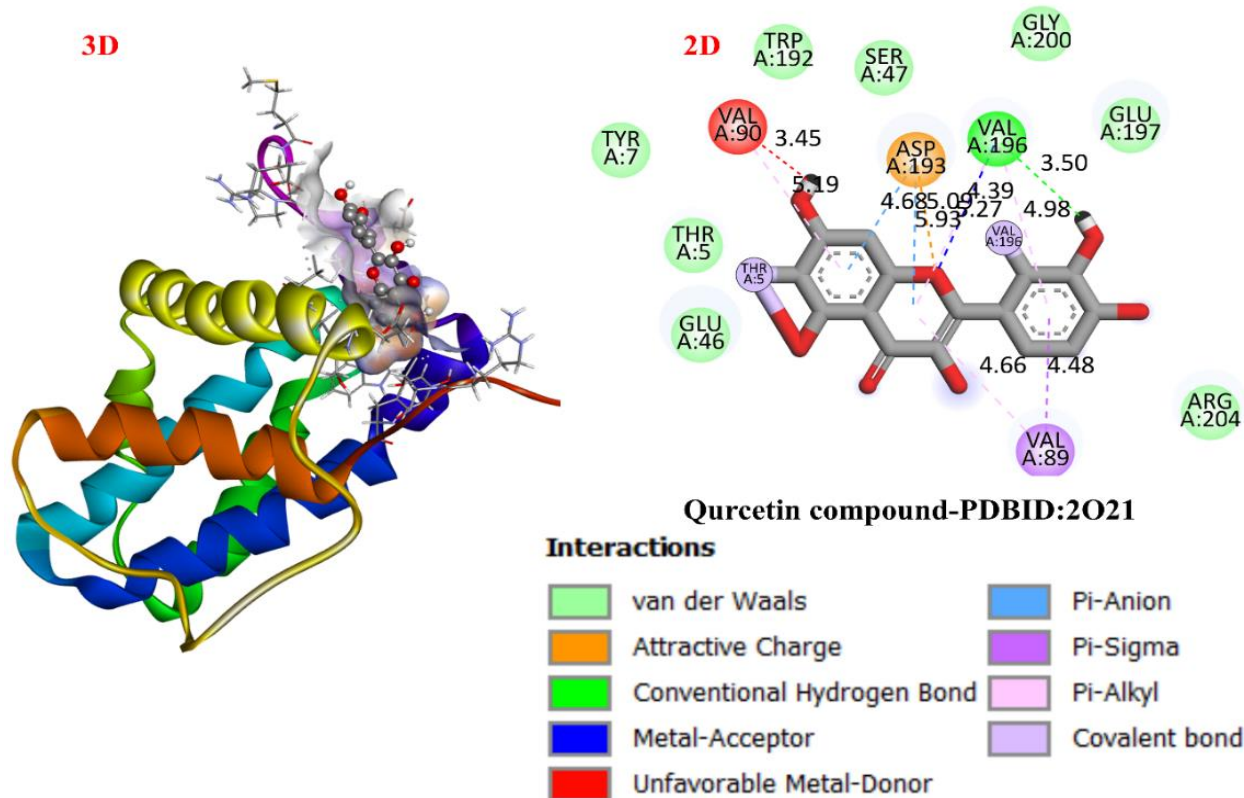


Figure 5. 2D and 3D images of the Quercetin compound and PDB: 2021 enzyme

Table 5. The interaction parameters between Quercetin compound and 6QGK, 2021 enzymes

Type of Bond	Quercetin PDB: 6QGK	Bond Length (Å)	Quercetin PDB: 2021	Bond Length (Å)
Van der Waals Interactions	ASP-102	-	TYR-7	-
	SER-105	-	THR-5	-
	ALA-113	-	GLU-46	-
	PHE-112	-	ARG-204	-
	GLU-160	-	GLU-197	-
Attractive Charge	GLU-152	7.94	ASP-193	5.93
Conventional Hydrogen Bonds	GLN-25	5.19, 5.32	VAL-196	3.50
	ARG-26	5.92	-	-
	VAL-156	3.76	-	-
Un-favorable Positive-Positive	LYS-22	4.76	-	-
	ARG-109	2.58	-	-
Pi-Cation	ARG-26	6.49	-	-
Pi-Sigma	VAL-156	4.52	VAL-89	4.48
Pi-Alkyl	VAL-156	6.00	VAL-90	5.99
	VAL-159	5.88	VAL-89	4.66
	-	-	VAL-196	4.39, 4.98
Metal Acceptor	-	-	VAL-196	5.27
Unfavorable Metal-Donor	-	-	VAL-90	3.45
Pi-Anion	-	-	ASP-193	4.68
Potential Covalent Bond	-	-	THR-5	-
	-	-	VAL-96	-

According to the data in Figure 4 and Table 5, the Quercetin compound stably binds to the active site of the 6QGK enzyme. This binding is stabilized by conventional hydrogen bonds established with amino acid residues GLN-25 (5.19 Å, 5.32 Å), ARG-26 (5.92 Å), and VAL-156 (3.76 Å). Furthermore, the ligand's aromatic ring system forms a Pi-Cation interaction (6.49 Å) with the ARG-26 residue, a Pi-Sigma interaction (4.52 Å) with VAL-156, and hydrophobic Pi-Alkyl bonds (6.00 Å and 5.88 Å, respectively) via residues VAL-156 and VAL-159. The binding mode in the active pocket is further supported by the widespread Van der Waals interactions established with residues ASP-102, SER-105, ALA-113, PHE-112, and GLU-160. However, it is assessed that unfavorable positive-positive electrostatic repulsions occurring with residues LYS-22 (4.76 Å) and ARG-109 (2.58 Å) within the pocket negatively affect the total energy of the system, causing the docking score to remain at -7.70 kcal/mol.

The docking architecture of the quercetin compound with the PDB:2021 enzyme (Figure 5) reveals a very strong and stable binding profile. This high affinity directly stems from the unique geometric bond sequence that the compound forms with the amino acids in the active pocket. The ligand formed a very short and strong conventional hydrogen bond (3.50 Å) with residue VAL-196. In addition to the hydrogen bond network, it was determined that the functional groups of the ligand form direct potential covalent bonds with the THR-5 and VAL-96 residues. This covalent fixation in the active

site maximizes the conformational stability of Quercetin in the enzyme pocket. Furthermore, the aromatic centers of the structure conduct Pi-Sigma (4.48 Å) interactions with the VAL-89 residue; and multiple Pi-Alkyl (5.99 Å, 4.66 Å, 4.39 Å and 4.98 Å, respectively) interactions with the VAL-90, VAL-89 and VAL-196 residues. Both Attractive Charge (5.93 Å) and Pi-Anion (4.68 Å) interactions established with the ASP-193 residue contribute to electrostatic stability. The residues TYR-7, THR-5, GLU-46, ARG-204, and GLU-197 extending outwards from the active pocket surround the ligand by forming Van der Waals forces. Although a weak, unfavorable metal-donor interaction (3.45 Å) is observed at the VAL-90 position, Quercetin exhibited a highly superior antileukemic inhibitor candidate performance of -8.50 kcal/mol against the 2O21 enzyme due to the predominance of covalent bonds and strong hydrophobic/steric interactions. In conclusion, these specific geometric bond patterns, hydrogen bond distances, and covalent interaction parameters theoretically confirm that the Quercetin compound possesses a strong inhibitory potential with high conformational stability on these two target enzymes associated with leukemia, especially on the PDB:2O21 structure.

Conclusion

In this study, the structural, electronic, nonlinear optical (NLO), and bioactive properties of quercetin, a naturally occurring flavonoid in its neutral protonation state (net charge = 0), were comprehensively investigated using Density Functional Theory (DFT) calculations and molecular docking simulations. The theoretical results obtained using the B3PW91 and B3LYP functionals with the 6-31G(d,p) basis set showed a high level of consistency, confirming the reliability of the calculated molecular properties. The HOMO-LUMO energy gap (ΔE) and global reactivity descriptors revealed that quercetin possesses a stable electronic structure with balanced chemical reactivity. Mulliken charge distribution and molecular electrostatic potential (MEP) analyses demonstrated that oxygen atoms and hydroxyl groups, particularly O15, O21, and O22, represent electron-rich reactive regions within the molecule. These sites play a crucial role not only in intramolecular charge transfer processes but also in molecular recognition mechanisms by determining the hydrogen-bonding ability of quercetin. Therefore, the electron density distribution and the presence of oxygen-containing functional groups provide a structural basis for both the nonlinear optical response and the biological interaction capacity of the molecule. The calculated high first-order hyperpolarizability (β) value indicates that quercetin exhibits efficient intramolecular charge-transfer characteristics and may serve as a promising candidate for nonlinear optical (NLO) material design in optoelectronic and photonic applications. However, the electronic characteristics responsible for its optical response, including charge delocalization, polarizability, and electron-rich active regions, are also directly associated with its ability to interact with biological macromolecules. In this context, the high polarizability and hydrogen-bonding potential arising from oxygen-containing functional groups may facilitate favorable ligand-protein interactions by enhancing electrostatic and non-covalent interactions within biological targets. To further evaluate the biological relevance of these electronic and structural features, molecular docking analyses were performed against 6Q GK and 2O21 enzyme targets associated with leukemia pathogenesis. The results revealed that quercetin can effectively interact with the active sites of both targets with high binding affinity. Particularly, the docking score of -8.50 kcal/mol obtained for the 2O21 enzyme was supported by strong interactions within the active pocket, including interactions involving THR-5 and VAL-96 Potential covalent bonds, hydrogen bonding with VAL-196, and additional hydrophobic interactions such as Pi-Sigma and Pi-Alkyl contacts. These findings suggest that the electron-rich regions and hydrogen-bonding capabilities identified through DFT calculations contribute significantly to the stabilization of ligand-protein complexes and provide a molecular basis for the observed binding affinity. Overall, when the electronic structure, high hyperpolarizability, and biological interaction profile of quercetin are considered together, this molecule emerges as a versatile molecular platform with potential applications in both NLO material development and targeted therapeutic strategies. The obtained theoretical findings demonstrate a meaningful relationship between the electronic properties governing optical behavior and the molecular interactions responsible for biological activity, supporting quercetin as a rational and promising scaffold for multifunctional applications.

References

- Agbektas, T., Coskun, H., Genc, H. C., Cinar Kaya, G., Tas, A., Goren, K., Huseynzada, A., Guliyev, R., Hasanova, U., & Kaya, S. (2026). Evaluation of the Anticancer Effects of DODP on Gene Expression and Oxidative Stress in Gastric Cancer: An Integrated Docking, Bioinformatics, and Experimental Approach. *Life*, 16(4), 534. <https://doi.org/10.3390/life16040534>
- Aghababaei, F., & Hadidi, M. (2023). Recent advances in potential health benefits of quercetin. *Pharmaceuticals*, 16(7), 1020. Doi: 10.3390/ph16071020
- Bağlan, M., Gören, K., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Synthesis, Desing, Characterizations, Antimicrobial and Antioxidant Activity of New 1-(Morpholin-4-ylmethyl)-3-R-4-(3-hydroxy-4-methoxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1 H-1, 2, 4-triazol-5-ones. *Russian Journal of General Chemistry*, 96(7), 192. <https://doi.org/10.1134/S1070363225606404>
- Bağlan, M., Gören, K., Tahiroğlu, V., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Design, Synthesis, DFT-Based Characterization, Molecular Docking, and ADMET Evaluation of a Novel Mannich Base Derivative. *ChemistrySelect*, 11(9), e06617. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/slct.202506617>
- Bağlan, M., Gören, K., & Yıldiko, Ü. (2023a). DFT Computations and Molecular Docking Studies of 3-(6-(3-aminophenyl)thiazolo [1, 2, 4] triazol-2-yl)-2H-chromen-2-one (ATTC) Molecule. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 10(1), 11–19. <https://doi.org/10.17350/HJSE19030000286>
- Bağlan, M., Gören, K., & Yıldiko, Ü. (2023b). HOMO–LUMO, NBO, NLO, MEP analysis and molecular docking using DFT calculations in DFPA molecule. *International Journal of Chemistry and Technology*, 7(1), 38–47. <https://doi.org/10.32571/ijct.1135173>
- Bağlan, M., Yıldiko, Ü., & Gören, K. (2022). Computational investigation of 5,5", 7"-trihydroxy-3, 7-dimethoxy-4'-4"-O-biflavone from flavonoids using DFT calculations and molecular docking. *Adiyaman University Journal of Science*, 12(2), 283–298. <https://doi.org/10.37094/adyujsci.1121018>
- Bank, R. P. D. (2007). *Solution structure of the anti-apoptotic protein Bcl-2 in complex with an acyl-sulfonamide-based ligand*. RCSB Protein Data Bank. Retrieved 07 June from <https://www.rcsb.org/structure/2O21>
- Bank, R. P. D. (2019). *Structure of human Bcl-2 in complex with THIQ-phenyl pyrazole compound*. RCSB Protein Data Bank. Retrieved 07 June from <https://www.rcsb.org/structure/6QGK>
- Batiha, G. E.-S., Beshbishy, A. M., Ikram, M., Mulla, Z. S., El-Hack, M. E. A., Taha, A. E., Algammal, A. M., & Elewa, Y. H. A. (2020). The pharmacological activity, biochemical properties, and pharmacokinetics of the major natural polyphenolic flavonoid: quercetin. *Foods*, 9(3), 374. doi: 10.3390/foods9030374
- BIOVIA, D. S. (2016). *Discovery Studio Visualizer*. In Dassault Systèmes
- Boy, S., Ardahanlı, H., Gören, K., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Novel triazole derivative mannich bases as potential therapeutic agents: synthesis, in-vitro and in-silico studies. *Journal of Molecular Structure*, 146893. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2026.146893>
- Dogan, S. C., & Goren, K. (2026). The Effects of Bisphosphonates Used in Osteoporosis Treatment on Breast Cancer: Analysis with Integrative Bioinformatics Methods, DFT, ADMET and Molecular Docking Analysis. *Biology*, 15(12), 952. <https://doi.org/10.3390/biology15120952>
- Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2. 0: new docking methods, expanded force field, and python bindings. *Journal of chemical information and modeling*, 61(8), 3891–3898. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203>
- G.W.T. M.J. Frisch, H. B. S., G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H.P. Hratchian, A.F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J.L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J.A. Montgomery Jr., J.E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J.J. Heyd, E. Brothers, K.N. Kudin, V.N. Staroverov, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J.C. Burant, S.S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J.M. Millam, M. Klene, J.E. Knox, J.B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A.J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J.W. Ochterski, R.L. Martin, K. Morokuma, V.G. Zakrzewski, G.A. Voth, P. Salvador, J.J. Dannenberg, S. Dapprich, A.D. Daniels, Ö. Farkas, J.B. Foresman, J.V. Ortiz, J. Cioslowski, D.J. Fox. (2009). *Gaussian 09*. In (Version Revision A.02)
- Georgiou, N., Kakava, M. G., Routsis, E. A., Petsas, E., Stavridis, N., Freris, C., Zoupanou, N., Moschovou, K., Kiriakidi, S., & Mavromoustakos, T. (2023). Quercetin: a potential polydynamic drug. *Molecules*, 28(24), 8141. Doi: 10.3390/molecules28248141
- Gören, K., Bağlan, M., & Çakmak, İ. (2022). Theoretical investigation of ¹H and ¹³C NMR Spectra of diethanol Amine dithiocarbamate RAFT agent. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(3), 1677–1689. <https://doi.org/10.21597/jist.1103750>
- Gören, K., Bağlan, M., Tahiroğlu, V., & Yıldiko, Ü. (2024). Theoretical calculations and molecular docking analysis of 4-(2-(4-bromophenyl) hydrazineylidene)-3, 5-diphenyl-4H-pyrazole molecule. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 10(4), 786–802. <https://doi.org/10.28979/jarnas.1516154>
- Gören, K., Bağlan, M., Tahiroğlu, V., & Yıldiko, Ü. (2025). The Relationship Between AChE and BChE Enzymes and Alzheimer's Disease: ADME, Molecular Docking, and DFT Studies of Schiff Base-Substituted Phenylpyrimidine. *Celal Bayar University Journal of Science*, 21(4), 1–15. <https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.1538029>

- Gören, K., Bağlan, M., & Yıldiko, Ü. (2024a). Antimicrobial, and Antitubercular Evaluation with ADME and Molecular Docking Studies and DFT Calculations of (Z)-3-((1-(5-amino-1, 3, 4-thiadiazol-2-yl)-2-Phenylethyl) imino)-5-nitroindolin-2-one Schiff Base. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(4), 1694–1708. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1423367>
- Gören, K., Bağlan, M., & Yıldiko, Ü. (2024b). Melanoma Cancer Evaluation with ADME and Molecular Docking Analysis, DFT Calculations of (E)-methyl 3-(1-(4-methoxybenzyl)-2, 3-dioxindolin-5-yl)-acrylate Molecule. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(3), 1186–1199. <https://doi.org/10.21597/jist.1467666>
- GÖREN, K., BAĞLAN, M., YILDIKO, Ü., & TAHİROĞLU, V. (2024). Anti-Kanser ve Anti-Üreaz Aktivitesi için Tiazolidinon-Bis Schiff Bazının Moleküler Yerleştirme ve DFT Analizi. *Journal of the Institute of Science & Technology/Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2). Doi: 10.21597/jist.1416223
- Gören, K., Bağlan, M., Yıldiko, Ü., & Tahiroğlu, V. (2024). Molecular Docking and DFT analysis of Thiazolidinone-Bis schiff base for anti-Cancer and anti-Urease activity. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(2), 822–834. <https://doi.org/10.21597/jist.1416223>.
- Gören, K., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2024). Synthesis, Antimicrobial and Antioxidant Activities of 3-Alkyl (aryl)-4-(3-methoxy-4-hydroxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1 H-1, 2, 4-triazol-5-one Derivatives. *Chemistry Africa*, 7(10), 5273–5289. <https://doi.org/10.1007/s42250-024-01139-2>
- Gören, K., & Yıldiko, Ü. (2024). Aldose reductase evaluation against diabetic complications using ADME and molecular docking studies and DFT calculations of spiroindoline derivative molecule. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 281–292. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1474689>
- Janjua, M. R. S. A., Mahmood, A., Nazar, M. F., Yang, Z., & Pan, S. (2014). Electronic absorption spectra and nonlinear optical properties of ruthenium acetylide complexes: a DFT study toward the designing of new high NLO response compounds. *Acta Chimica Slovenica*, 61(2).
- Kartal, B., Bağlan, M., & Gören, K. (2026). DFT, Molecular Docking and In-Silico ADME Studies of 2-(2-(4-Chlorophenyl) Benzo [D]-Oxazol-5-Yl) Propanoic Acid Compound. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 42(1). <https://doi.org/10.65520/erciyesfen.1791980>
- Kelly, G. S. (2011). Quercetin. *Alternative medicine review*, 16(2).
- Khan, J., Deb, P. K., Priya, S., Medina, K. D., Devi, R., Walode, S. G., & Rudrapal, M. (2021). Dietary flavonoids: Cardioprotective potential with antioxidant effects and their pharmacokinetic, toxicological and therapeutic concerns. *Molecules*, 26(13), 4021. <https://doi.org/10.3390/molecules26134021>
- Kotan, G., Gören, K., Manap, S., Bağlan, M., & Yüksek, H. (2025). Novel Mannich Bases Based on Schiff Bases: Synthesis, Biological Activities, Computational Approach, and Anticancer Analysis with Molecular Docking. *Acta Chimica Slovenica*, 72(4). Doi: 10.17344/acs.2025.9285
- Li, Y., Yao, J., Han, C., Yang, J., Chaudhry, M. T., Wang, S., Liu, H., & Yin, Y. (2016). Quercetin, inflammation and immunity. *Nutrients*, 8(3), 167. <https://doi.org/10.3390/nu8030167>
- Noureddine, O., Issaoui, N., & Al-Dossary, O. (2021). DFT and molecular docking study of chloroquine derivatives as antiviral to coronavirus COVID-19. *Journal of King Saud University-Science*, 33(1), 101248. Doi: 10.1016/j.jksus.2020.101248
- Ramalingam, A., Sambandam, S., Medimagh, M., Al-Dossary, O., Issaoui, N., & Wojcik, M. J. (2021). Study of a new piperidone as an anti-Alzheimer agent: Molecular docking, electronic and intermolecular interaction investigations by DFT method. *Journal of King Saud University-Science*, 33(8), 101632. Doi:10.1016/j.jksus.2021.101632
- Sharma, A., Kashyap, D., Sak, K., Tuli, H. S., & Sharma, A. K. (2018). Therapeutic charm of quercetin and its derivatives: a review of research and patents. *Pharmaceutical patent analyst*, 7(1), 15–32. <https://doi.org/10.4155/ppa-2017-0030>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., & Bağlan, M. (2025). In Silico drug evaluation by molecular docking, ADME studies and DFT calculations of 2-(6-chloro-2-(4-chlorophenyl) imidazo [1, 2-a] pyridin-3-yl)-N, N-dipropylacetamide. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 26(1), 116. <https://doi.org/10.1186/s40360-025-00958-4>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., Kotan, G., & Yüksek, H. (2025a). Correction: In silico drug evaluation by molecular docking, ADME studies and synthesis, characterization, biological activities, DFT, SAR analysis of the novel Mannich bases. *BMC chemistry*, 19(1), 265. doi: 10.1186/s13065-025-01644-6
- Tahiroğlu, V., Gören, K., Kotan, G., & Yüksek, H. (2025b). In silico drug evaluation by molecular docking, ADME studies and synthesis, characterization, biological activities, DFT, SAR analysis of the novel Mannich bases. *BMC chemistry*, 19(1), 249. <https://doi.org/10.1186/s13065-025-01615-x>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., Yıldiko, Ü., & Bağlan, M. (2024). Investigation, structural characterization and evaluation of the biological potency by molecular docking of amoxicillin analogue of a schiff base molecule. *International Journal of Chemistry and Technology*, 8(2), 190–199. <https://doi.org/10.32571/ijct.1410570>

Klorojenik Asitin Meme Kanserine Karşı Hedeflenen Etkisinin DFT ve Moleküler Yerleştirme Yöntemleri Kullanılarak Araştırılması

Investigation of the Targeted Effect of Chlorogenic Acid Against Breast Cancer Using DFT and Molecular Docking Methods

Kenan Gören, kenangoren49@gmail.com, [ORCID](#), [ROR](#)

Dr, Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakülte, Kimya Bölüm, Kars, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atıf (Citation): Gören, K. (2026). Investigation of the Targeted Effect of Chlorogenic Acid Against Breast Cancer Using DFT and Molecular Docking Methods. *Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 24-35.

Geliş Tarihi (Submission Date)	13.07.2026
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	19.07.2026
Yayın Tarihi (Publication Date)	31.07.2026
Makale Türü (Article Type)	Araştırma Makalesi (Research Article)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references). Bu makale, Sempozyumu'nda sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayımlanmayan "....." adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir (This article is a partially modified and improved version of the paper titled "....." which was presented orally at the Symposium but the full text was not published). Bu çalışma ... danışmanlığında ... tarihinde sunduğumuz/tamamladığımız ... başlıklı yüksek lisans/doktora tezi esas alınarak hazırlanmıştır (This study is based on the master's / doctoral thesis entitled ".....", which we presented / completed on under the supervision of).
Yapay Zeka Kullanımı (Use of Artificial Intelligence)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde yapay zeka tabanlı herhangi bir araç veya uygulama kullanılmamıştır. Çalışmanın tüm içeriği, yazar(lar) tarafından bilimsel araştırma yöntemleri ve akademik etik ilkelere uygun şekilde üretilmiştir. (No artificial intelligence-based tools or applications were used in the preparation of this study. All content of the study was produced by the author(s) in accordance with scientific research methods and academic ethical principles.)
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) – Ithenticate/Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. (The author(s) has no conflict of interest to declare).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Yazarların çalışmaya katkıları eşit orandadır. (Authors contributed equally to the study)
Etik Beyan Adresi (Complaints)	susbd@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans (Copyright & License)	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC-ND lisansı altında yayımlanmaktadır. (Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC-ND).

Klorojenik Asidin Meme Kanserine Karşı Hedeflenen Etkisinin DFT ve Moleküler Yerleştirme Yöntemleri Kullanılarak Araştırılması

ÖZET

Klorojenik asit, antioksidan, antienflamatuvar ve antikanser özellikleriyle dikkat çeken doğal bir polifenolik bileşiktir. Bu çalışmada, klorojenik asidin yapısal, elektronik, doğrusal olmayan optik (NLO) ve biyolojik özellikleri Yoğunluk Fonksiyoneli Teorisi (DFT) hesaplamaları ve moleküler kenetlenme analizleri kullanılarak incelenmiştir. Kuantum kimyasal hesaplamalar Gaussian 09 programında CAM-B3LYP ve PBEPBE fonksiyonelleri ile 6-31G(d,p) temel seti düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Optimize edilen moleküler yapı kullanılarak Mulliken atomik yük dağılımları, sınır moleküler orbital (HOMO–LUMO) enerjileri ve küresel reaktivite parametreleri hesaplanmıştır. Ayrıca, Moleküler Elektrostatik Potansiyel (MEP) analizi ile molekülün reaktif bölgeleri belirlenmiş; dipol moment, ortalama polarize edilebilirlik ve birinci dereceden hiperpolarize edilebilirlik değerleri hesaplanarak doğrusal olmayan optik özellikleri değerlendirilmiştir. Klorojenik asidin biyolojik aktivitesini araştırmak amacıyla meme kanseri ile ilişkili hedef proteinler Apoptotik Düzenleyici Bcl-2 (PDB: 6O0K) ve Anti-apoptotik protein Bcl-2 (PDB: 2O21) üzerinde moleküler kenetlenme çalışmaları gerçekleştirilmiş, bağlanma afiniteleri ve ligand–protein etkileşimleri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, klorojenik asidin elektronik yapısı, kimyasal reaktivitesi ve biyolojik potansiyeli hakkında önemli bilgiler sunmakta olup, meme kanserine yönelik potansiyel bir terapötik aday olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:

Klorojenik asit, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT), Moleküler kenetlenme, Meme kanseri, HOMO–LUMO

Investigation of the Targeted Effect of Chlorogenic Acid Against Breast Cancer Using DFT and Molecular Docking Methods

ABSTRACT

Chlorogenic acid is a naturally occurring polyphenolic compound with remarkable antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer activities. In this study, its structural, electronic, nonlinear optical (NLO), and biological properties were investigated using Density Functional Theory (DFT) calculations and molecular docking analyses. Quantum chemical calculations were performed with the Gaussian 09 software package using the CAM-B3LYP and PBEPBE functionals in combination with the 6-31G(d,p) basis set. The optimized molecular structure was used to determine Mulliken atomic charges, frontier molecular orbital (HOMO–LUMO) energies, and global reactivity descriptors. Molecular Electrostatic Potential (MEP) analysis was carried out to identify the reactive regions of the molecule, while the dipole moment, mean polarizability, and first-order hyperpolarizability were calculated to evaluate its NLO properties. Molecular docking simulations against the breast cancer-related target proteins Apoptosis Regulator Bcl-2 (PDB: 6O0K) and Anti-apoptotic protein Bcl-2 (PDB: 2O21) were performed to investigate the binding affinity and ligand–protein interactions of chlorogenic acid. The obtained results provide valuable insights into the electronic characteristics, chemical reactivity, and biological potential of chlorogenic acid, highlighting its promise as a candidate for breast cancer-related therapeutic applications.

Keywords:

Chlorogenic acid, Density Functional Theory (DFT), Molecular docking, Breast cancer, HOMO–LUMO

Introduction

Chlorogenic acid (CGA) is a naturally occurring polyphenolic compound formed by the esterification of caffeic acid and quinic acid and is one of the major hydroxycinnamic acid derivatives (Naveed et al., 2018). It is widely distributed in coffee beans, tea, fruits, vegetables, and numerous medicinal plants, making it one of the most abundant phenolic compounds in the human diet (Miao & Xiang, 2020). Owing to its multiple hydroxyl groups and conjugated molecular structure, CGA exhibits remarkable antioxidant activity and has attracted increasing scientific interest because of its diverse biological properties, including anti-inflammatory, antimicrobial, antiviral, neuroprotective, cardioprotective, hepatoprotective, and anticancer effects (Liang & Kitts, 2015). Recent experimental studies have demonstrated that CGA regulates oxidative stress, inflammatory signaling pathways, cell proliferation, and apoptosis, suggesting its potential therapeutic value in the prevention and treatment of various diseases, particularly cancer (Nguyen et al., 2024).

Understanding the biological activity of bioactive molecules requires comprehensive knowledge of their structural and electronic characteristics (Gören & Yıldiko, 2024). Density Functional Theory (DFT) has become a reliable computational approach for investigating molecular geometry, electronic structure, frontier molecular orbitals (HOMO and LUMO), global reactivity descriptors, and charge distribution (Bağlan, Gören, et al., 2023b). In addition, Molecular Electrostatic Potential (MEP) analysis provides valuable information regarding electrophilic and nucleophilic reactive regions, whereas nonlinear optical (NLO) calculations enable the evaluation of molecular electronic response through dipole moment, polarizability, and hyperpolarizability parameters (Tahiroğlu, Gören, & Bağlan, 2025). Furthermore, molecular docking has become an effective computational tool for predicting ligand–protein binding modes, binding affinities, and intermolecular interactions at the atomic level, thereby facilitating the identification of potential therapeutic targets (Tahiroğlu, Gören, Kotan, et al., 2025).

In the present study, the structural, electronic, and nonlinear optical (NLO) properties of chlorogenic acid were systematically investigated using DFT calculations at the CAM-B3LYP/6-31G(d,p) and PBEPBE/6-31G(d,p) levels of theory. Mulliken atomic charges, HOMO–LUMO energies, global reactivity descriptors, and Molecular Electrostatic Potential (MEP) maps were analyzed to elucidate the electronic characteristics and reactive behavior of the molecule. In addition, molecular docking simulations were performed against the breast cancer-related target proteins PDB: 6O0K and PDB: 2O21 to evaluate the binding affinity and ligand–protein interactions of chlorogenic acid. The combined theoretical and molecular modeling approaches provide a comprehensive understanding of the electronic behavior and biological potential of chlorogenic acid and support its possible application as a promising natural compound for breast cancer-related therapeutic research.

1. Materials and Methods

The biological potential of chlorogenic acid was comprehensively investigated through quantum chemical calculations and molecular docking. All quantum chemical calculations were performed within the framework of Density Functional Theory (DFT) using the Gaussian 09 software package (Frisch, M.J., 2009). The optimized molecular geometry, electronic properties, and chemical reactivity descriptors of chlorogenic acid were determined employing the CAM-B3LYP and PBEPBE exchange–correlation functionals with the 6-31G(d,p) basis set. Molecular docking simulations were conducted using the crystal structures of the target proteins retrieved from the Protein Data Bank (PDB) (Bank, 2007, 2019). Prior to docking, the protein structures were prepared by removing crystallographic water molecules, adding missing hydrogen atoms, and assigning appropriate protonation states to ensure suitable docking conditions. The binding affinity and binding mode of chlorogenic acid toward the active sites of the target proteins were subsequently evaluated using AutoDock Vina (Eberhardt et al., 2021). The resulting protein–ligand complexes were further analyzed to characterize their binding modes and intermolecular interactions, which were visualized using Discovery Studio Visualizer (BIOVIA, version 2016) (BIOVIA, 2016).

2. Results and Discussion

2.1. Mulliken atomic Charges

Mulliken atomic charge analysis provides important information about the electronic structure and chemical reactivity of a molecule by determining the distribution of electron density among atoms (Bağlan, Gören, et al., 2023a; Gören, Bağlan, & Yıldiko, 2024a). Atoms with a negative Mulliken charge represent electron-rich (nucleophilic) regions, while atoms with a positive charge represent electron-poor (electrophilic) regions (Gören et al., 2022; Gören, Bağlan, & Yıldiko, 2024b). Therefore, Mulliken charges are an important quantum chemical parameter widely used in identifying potential reactive centers within a molecule, explaining charge transfer mechanisms, and evaluating the polarization of chemical bonds (Gören, Bağlan, Tahiroğlu, et al., 2024; Gören, Bağlan, Yıldiko, et al., 2024).

Table 1 presents the Mulliken atomic charges of the chlorogenic acid molecule calculated using the CAM-B3LYP and PBEPBE methods. Both calculation methods yielded very similar results in terms of atomic charge distribution,

indicating that the electronic structure of the molecule is consistent. The highest negative charge values were observed in oxygen atoms. Specifically, atoms O20 (-0.590 and -0.550), O7 (-0.578 and -0.535), O10 (-0.568 and -0.520), O9 (-0.566 and -0.562), and O21 (-0.565 and -0.526) were identified as the most electron-rich regions. This indicates that hydroxyl and carbonyl oxygens possess strong electron-withdrawing characteristics and form potential active centers for nucleophilic interactions. In contrast, the highest positive charges were calculated on carbon atoms. Specifically, atoms C11 (0.628 and 0.581) and C23 (0.601 and 0.569) have the highest positive charge values, suggesting that carbonyl carbons are electron-poor (electrophilic) centers. Furthermore, the positive charge of atoms C16 and C17 reveals that these regions contribute to the intramolecular charge distribution. All hydrogen atoms, as expected, have positive charge values, with higher positive charges calculated particularly on hydrogen atoms attached to hydroxyl groups (H33, H40, H41, H42, and H43). This supports a predisposition to hydrogen bonding. While there are only minor quantitative differences between the CAM-B3LYP and PBEPBE methods in general, both methods similarly described the charge distribution in the chlorogenic acid molecule. The concentration of negative charges on oxygen atoms and positive charges on carbonyl carbons and hydroxyl hydrogens indicates the molecule's potential electrophilic and nucleophilic attack sites, yielding results consistent with electronic properties obtained from MEP and HOMO-LUMO analyses.

Table 1. Mulliken atomic charges of the Chlorogenic acid molecule

ATOMS	CAM-B3LYP	PBEPBE	ATOMS	CAM-B3LYP	PBEPBE
C1	-0.180	-0.200	O21	-0.565	-0.526
C2	0.132	0.121	O22	-0.517	-0.512
C3	0.165	0.092	C23	0.601	0.569
C4	0.170	0.086	O24	-0.461	-0.438
C5	-0.201	-0.204	O25	-0.476	-0.443
C6	0.141	0.092	H27	0.096	0.099
O7	-0.578	-0.535	H28	0.126	0.130
O8	-0.507	-0.457	H29	0.114	0.110
O9	-0.566	-0.562	H30	0.139	0.138
O10	-0.568	-0.520	H31	0.116	0.116
C11	0.628	0.581	H33	0.332	0.318
C12	-0.165	-0.162	H34	0.113	0.119
C13	-0.083	-0.103	H35	0.122	0.127
C14	0.114	0.117	H36	0.106	0.112
C15	-0.140	-0.146	H37	0.089	0.100
C16	0.309	0.291	H38	0.097	0.107
C17	0.290	0.277	H40	0.338	0.334
C18	-0.132	-0.140	H41	0.340	0.330
C19	-0.144	-0.149	H42	0.317	0.314
O20	-0.590	-0.550	H43	0.319	0.342

2.2. HOMO-LUMO Analysis

HOMO–LUMO analysis is a widely used theoretical approach to assessing the electronic structure, chemical stability, and reactivity of a molecule (Bağlan et al., 2022; Gören, Bağlan, & Yıldiko, 2025). HOMO represents the tendency to donate electrons, while LUMO represents the tendency to accept electrons. The energy difference (ΔE) between these two orbitals is a significant indicator of the molecule's stability and chemical reactivity, and together with the spherical reactivity parameters obtained from DFT calculations, it allows for a detailed interpretation of the molecule's electronic behavior (Bağlan, Gören, Tahiroğlu, et al., 2026; Bağlan, Yıldiko, et al., 2023).

The HOMO, HOMO–1, LUMO, and LUMO+1 orbital distributions of chlorogenic acid were calculated using the CAM-B3LYP and PBEPBE/6-31G(d,p) methods, and the results are given in Figure 1, Figure 2, and Table 2. The HOMO–LUMO energy range calculated using the CAM-B3LYP method (9.1622 eV) was found to be higher than that calculated using the PBEPBE method (4.7826 eV). This indicates that the molecule has higher electronic stability and lower chemical reactivity compared to CAM-B3LYP. In contrast, the PBEPBE method reveals that the molecule exhibits higher reactivity and easier electron transition due to its lower energy range. In both methods, the HOMO orbital is predominantly concentrated on the catechol ring and conjugated π -system, while the LUMO orbital is concentrated on the ester bond and conjugated carbon atoms. This distribution suggests that intramolecular charge transfer (ICT) can occur from the phenolic moiety to the ester group during electronic excitation. The CAM-B3LYP method indicates that the molecule is more stable with higher chemical hardness ($\eta=4.5811$ eV) and lower chemical softness ($s=0.1091$), while the PBEPBE method predicts higher chemical reactivity due to lower hardness ($\eta=2.3913$ eV) and higher softness ($s=0.2091$). Furthermore, the higher electrophilicity index ($\omega=2.6377$) calculated using the PBEPBE method shows that the molecule has a greater tendency to accept electrons compared to the CAM-B3LYP method. Overall, both functionals demonstrate that chlorogenic acid possesses an effective charge transfer capacity thanks to its conjugated π -electron system. CAM-B3LYP defines the

molecule as more stable, while the PBEPBE functional predicts higher reactivity and electrophilic character. These differences stem from the fact that the functionals used describe the electronic structure differently.

$$\Delta E = |E_{HOMO} - E_{LUMO}|$$
$$\eta = (I - A)/2$$
$$s = 1/2\eta$$
$$\mu = \frac{(I+A)}{2}$$
$$\chi = (I + A)/2$$
$$\omega = \mu^2/2\eta$$

123456

Table 2. The HOMO and LUMO quantum chemical characteristics determined by applying the CAM-B3LYP and PBEPBE techniques for the Chlorogenic acid molecule

	E _{HOMO}	E _{LUMO}	E _{HOMO-1}	E _{LUMO+1}	ΔE	I	A	η	s	μ	χ	ω
CAM-B3LYP	-7.8516	1.3106	-8.2470	1.6214	9.1622	7.8516	-1.3106	4.5811	0.1091	-3.2705	3.2705	1.1667
PBEPBE	-5.9430	-1.1604	-6.1208	-1.0572	4.7826	5.9430	0.1604	2.3913	0.2091	-3.5517	3.5517	2.6377

ΔE→Energy Gap, I→Ionization Potential(−E_{HOMO}), A→Electron Affinity(−E_{LUMO}), η→Chemical hardness, s→Chemical softness, μ→Chemical Potential, χ→Electronegativity, ω→Electrophilicity in

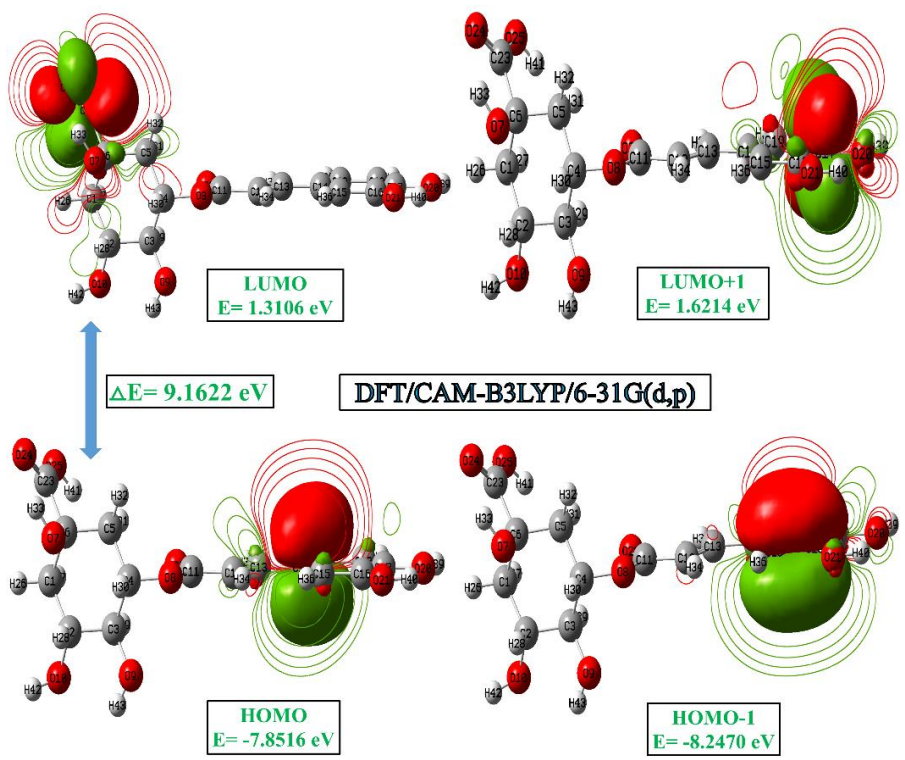


Figure 1. Boundary molecular orbitals of the Chlorogenic acid molecule according to the CAM-B3LYP level

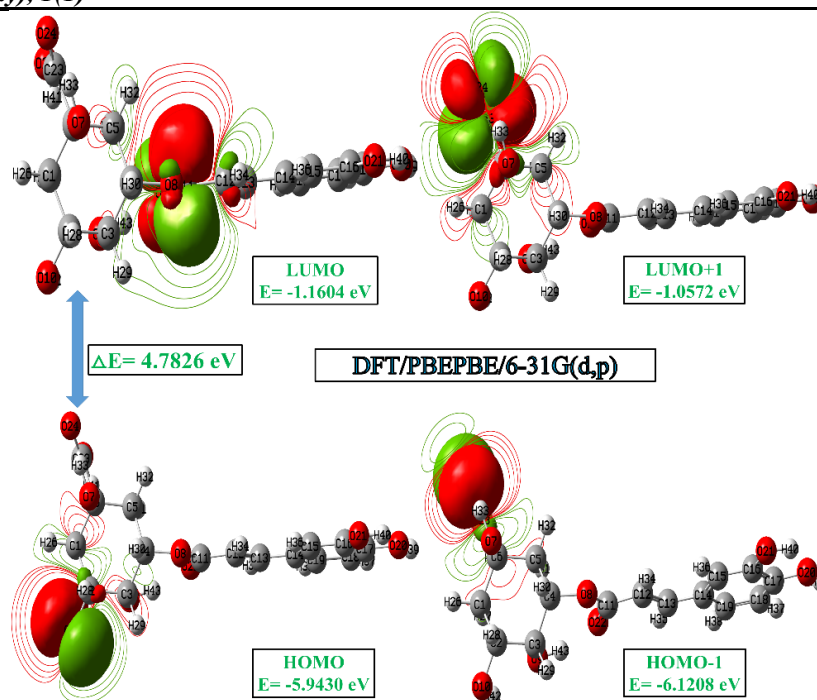


Figure 2. Boundary molecular orbitals of the Chlorogenic acid molecule according to the PBEPBE level

2.3. Molecular electrostatic potential (MEP)

Molecular Electrostatic Potential (MEP) analysis is an effective computational method that provides important information about a molecule's electronic structure and chemical reactivity by visualizing the distribution of electrostatic potential on its surface (Bağlan, Gören, Kotan, et al., 2026; Gören et al., 2026). MEP maps are widely used to identify regions susceptible to electrophilic and nucleophilic attacks on a molecule, as well as to predict weak intermolecular interactions such as hydrogen bonding. On MEP surfaces, red color represents regions with high electron density and negative electrostatic potential, thus representing centers suitable for electrophilic attacks (GÖREN, BAĞLAN, YILDIKO, et al., 2024; Tahiroğlu et al., 2024). In contrast, blue color indicates regions with low electron density and positive electrostatic potential, representing areas more susceptible to nucleophilic attacks. Green color shows neutral regions with approximately zero electrostatic potential (Eberhardt et al., 2021). This distribution of electrostatic potential on the molecular surface allows for the identification of chemically active centers, while also contributing to qualitative assessments of intermolecular interactions, molecular recognition mechanisms, and the overall chemical reactivity of the molecule (Gören, Bağlan, Tahiroğlu, et al., 2025).

Figure 3 presents the Molecular Electrostatic Potential (MEP) surfaces of the chlorogenic acid molecule calculated using the CAM-B3LYP and PBEPBE functionals. Examination of the MEP maps obtained by both methods reveals that the electrostatic potential distribution is quite similar, and the reactive regions of the molecule are consistently determined by both functionals. Electrostatic potential values for the CAM-B3LYP method ranged from -8.097 to $+8.097$ a.u., while for the PBEPBE method they ranged from -8.812 to $+8.812$ a.u. The negative electrostatic potential regions shown in red on the MEP maps represent centers with high electron density. These regions are predominantly concentrated around the oxygen atoms in the molecule, indicating that oxygen atoms, particularly those in carboxylic acids, esters, and hydroxyl groups, exhibit an electron-rich character. Therefore, these regions can be considered the most suitable centers for electrophilic attacks and hydrogen bond acceptor interactions. In contrast, the regions of positive electrostatic potential, shown in blue, are observed around hydrogen atoms, particularly those bonded to hydroxyl groups. This indicates that these hydrogen atoms are electron-poor and more prone to interacting as hydrogen bond donors through nucleophilic attacks. The green regions observed over a large portion of the molecular surface represent neutral areas with approximately zero electrostatic potential, suggesting relatively low chemical reactivity. Although there are only minor differences in the magnitude of the electrostatic potential between the CAM-B3LYP and PBEPBE methods, the positions of the negative and positive potential regions largely overlap. This result demonstrates that both DFT functionals reliably characterize the electronic charge distribution of the chlorogenic acid molecule. The obtained MEP maps reveal that the reactive centers of chlorogenic acid are concentrated particularly around oxygen atoms, indicating a high hydrogen bonding capacity of the molecule. These properties can be considered as electronic characteristics that may play an important role in the interactions of chlorogenic acid with biological targets and its antioxidant activity.

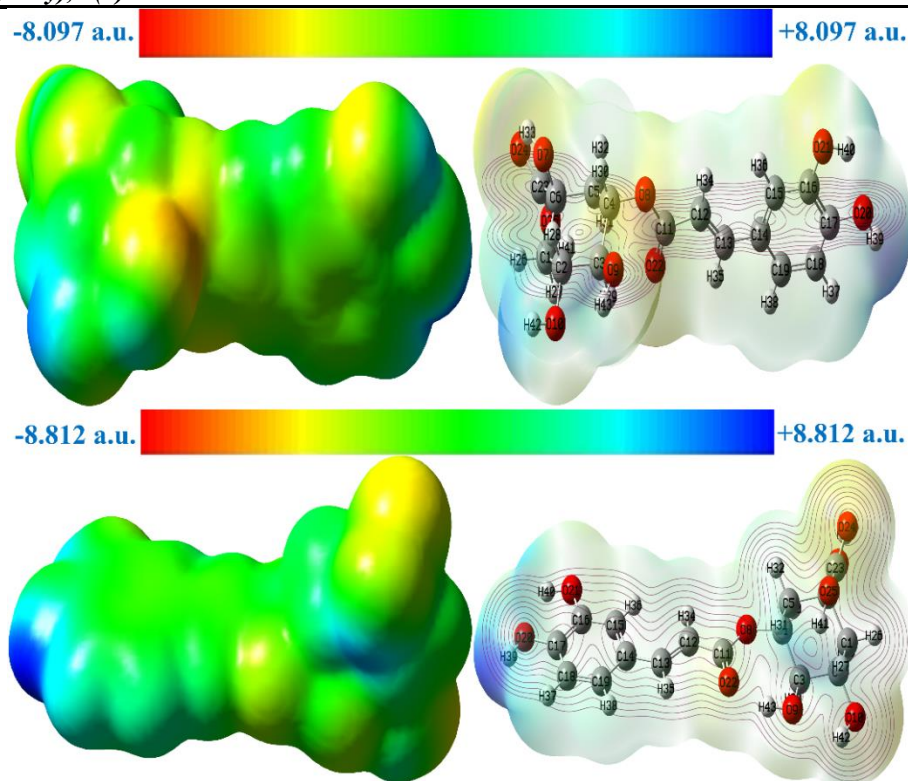


Figure 3. Molecular electrostatic potential surface of the Chlorogenic acid molecule using CAM-B3LYP and PBEPBE methods

2.4. Non-linear optical properties (NLO)

Nonlinear optical (NLO) properties constitute a significant research area in advanced materials applications such as optoelectronics, photonics, and optical data processing technologies (Kartal et al., 2026). The NLO behavior of a molecule is related to its optical response, which arises from the rearrangement of its electronic cloud in the face of an applied electromagnetic field. This response is characterized by changes in the amplitude, phase, and frequency of light and is directly dependent on the electronic structure of the molecule (Shafiq et al., 2024). In the theoretical evaluation of the NLO performance of molecules, fundamental molecular parameters such as dipole moment (μ), mean polarizability ($\langle\alpha\rangle$), polarizability anisotropy ($\Delta\alpha$), total first-order hyperpolarizability (β_{tot}), and second-order hyperpolarizability (γ) are used (Asif et al., 2022). These parameters are calculated from the polarizability and hyperpolarizability tensor components obtained from quantum chemical calculations and are considered fundamental indicators in evaluating the nonlinear optical performance of molecules and their potential in optical applications (Sharma & Sekar, 2024).

The nonlinear optical (NLO) properties of chlorogenic acid were investigated using CAM-B3LYP and PBEPBE functionals; the dipole moment (μ), mean polarizability (α), and first-order hyperpolarizability (β) values are given in Table 3. The total dipole moment was calculated as 4.7613 D for the CAM-B3LYP method and 9.6989 D for the PBEPBE method. The higher dipole moment obtained with PBEPBE indicates a more pronounced charge separation within the molecule and a higher polar character. This strengthens the molecule's interaction with external electric fields, providing an advantage for optoelectronic and photonic applications. The mean polarizability (α) values were found to be 130.3949 and 135.7672 a.u. for the CAM-B3LYP and PBEPBE methods, respectively. The higher α value calculated with PBEPBE indicates that the electron cloud can be polarized more easily under the influence of an external electric field, and the optical response of the molecule is enhanced. The first-order total hyperpolarizability (β) values were calculated as 3.85×10^{-30} esu for CAM-B3LYP and 6.21×10^{-30} esu for PBEPBE. The approximately 61% higher β value obtained with PBEPBE shows that this method more effectively describes charge transfer within the molecule. The high β value reveals that chlorogenic acid has significant potential in terms of nonlinear optical applications such as second harmonic generation (SHG), electro-optical modulation, frequency conversion, and optical switching. When the hyperpolarizability tensor components are examined, it is seen that the β_{xxx} component is dominant in both methods. This indicates that the nonlinear optical response is largely due to intramolecular charge transfer in the x-direction. The lower values of the β_{yyy} and β_{zzz} components suggest that the NLO response is concentrated along a specific molecular axis, resulting from electron delocalization between the π -conjugated structure and hydroxyl groups. Overall, both functionals demonstrate that chlorogenic acid possesses high molecular polarity, pronounced polarizability, and strong NLO properties. However, the PBEPBE method yielded systematically higher values for the μ , α , and β parameters. These findings suggest that chlorogenic acid is a promising organic molecule for nonlinear optical materials, photonic devices, and optoelectronic applications.

$$\mu = (\mu_x^2 + \mu_y^2 + \mu_z^2)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$\alpha(\text{au}) = \frac{1}{3} |(\alpha_{xx} + \alpha_{yy} + \alpha_{zz})|$ (8)

$\beta_{Total} = (\beta^2x + \beta^2y + \beta^2z)^{1/2}$ (9)

$= [(\beta_{xxx} + \beta_{xyy} + \beta_{xzz})^2 + (\beta_{yyy} + \beta_{yxx} + \beta_{yzz})^2 + (\beta_{zzz} + \beta_{zxx} + \beta_{zyy})^2]^{1/2}$ (10)

Table 3. The dipole moments (Debye), polarizability (au), components, and total value of the Chlorogenic acid molecule are computed using CAM-B3LYP and PBEPBE methods

Parameters	CAM-B3LYP	PBEPBE	Parameters	CAM-B3LYP	PBEPBE
β_{xxx}	388.9138	638.9996	μ_x	3.6433	9.4356
β_{yyy}	-57.6864	-6.1431	μ_y	-0.7170	-0.4985
β_{zzz}	-2.8579	-11.6308	μ_z	-2.9803	-2.1884
β_{xyy}	-0.1595	53.3344	$\mu(D)$	4.7613	9.6989
β_{xxy}	-87.7327	-29.4834	α_{xx}	-99.2273	-108.9268
β_{xxz}	-133.7936	-115.2969	α_{yy}	-149.3873	-158.4176
β_{xzz}	10.2224	15.0685	α_{zz}	-142.5702	-139.9571
β_{yzz}	12.4643	-7.4108	α_{xy}	25.2242	3.2337
β_{yyz}	-6.9098	6.4068	α_{xz}	-7.4766	-9.5763
β_{xyz}	-13.7487	-17.4368	α_{yz}	-1.4089	5.3961
$\beta(\text{esu})$	3.85×10^{-30}	6.21×10^{-30}	$\alpha(\text{au})$	130.3949	135.7672

2.5. Molecular docking analysis

Molecular docking is one of the fundamental computational approaches in structure-based drug design and plays a crucial role in modern drug discovery by predicting the binding mode and affinity of small molecules toward biological targets (Gören, Kotan, et al., 2024). This technique enables the identification of the most favorable ligand–protein interactions through three-dimensional simulations, providing valuable insights into the molecular mechanisms underlying biological activity (Agbektas et al., 2026). Compared with conventional experimental screening methods, molecular docking is a rapid, cost-effective, and reliable in silico strategy that significantly reduces both time and resources required during the early stages of drug development (Boy et al., 2026; Kotan et al., 2025). Breast cancer remains one of the most frequently diagnosed malignancies and is a leading cause of cancer-related mortality among women worldwide. Despite considerable advances in diagnosis and treatment, the development of drug resistance, tumor recurrence, and adverse effects associated with current therapeutic agents continue to limit clinical outcomes. Therefore, the identification of novel compounds with high affinity toward breast cancer-associated molecular targets has become an important objective in anticancer drug discovery (Cava & Castiglioni, 2020). In the present study, molecular docking analysis was performed to evaluate the binding interactions of the investigated compounds with selected breast cancer-related protein targets.

The molecular docking scores of chlorogenic acid against the selected breast cancer-related target proteins have been presented in Table 4. The compound exhibited binding affinities of −6.40 kcal/mol toward PDB ID: 6O0K and −7.40 kcal/mol toward PDB ID: 2O21. Since more negative docking scores indicate stronger ligand–protein interactions, chlorogenic acid demonstrated a higher binding affinity for the protein represented by PDB ID: 2O21 than for PDB ID: 6O0K. The docking results suggest that chlorogenic acid can interact favorably with both target proteins through stable ligand–protein complexes. The stronger binding observed for PDB ID: 2O21 indicates that this target may be more susceptible to inhibition by chlorogenic acid. Overall, these findings support the potential biological activity of chlorogenic acid against breast cancer-related molecular targets and provide a theoretical basis for further interaction analysis and experimental validation.

Table 4. Molecular docking interactions scores with PDBID: 6O0K, PDBID: 2O21 enzymes of Chlorogenic acid compound

Compound	Docking Score	
	(PDB: 6O0K)	(PDB: 2O21)
Chlorogenic acid	-6.40	-7.40

Figures 4 and 5 illustrate the three-dimensional (3D) binding conformations and two-dimensional (2D) interaction maps of chlorogenic acid with the breast cancer-related target proteins PDB ID: 6O0K and PDB ID: 2O21, respectively. The 3D representations demonstrate that chlorogenic acid is well accommodated within the active binding pockets of both proteins, indicating favorable geometric complementarity between the ligand and the receptor. The ligand occupies the catalytic cavity without significant steric clashes, supporting the stability of the docked complexes. For PDB ID: 6O0K (Figure 4), chlorogenic acid exhibited a docking score of −6.40 kcal/mol. The 2D interaction diagram reveals that the ligand is stabilized by several conventional hydrogen bonds, particularly with Asp90, Lys53, and Arg45, which contribute significantly to the orientation and stabilization of the ligand inside the binding pocket. In addition, carbon hydrogen bonds and numerous van der Waals interactions with surrounding residues, including Arg29, Ala30, Asp87, and Asn97, further reinforce the ligand–protein complex. The aromatic ring of chlorogenic acid also participates in π -cation and π -sigma interactions, enhancing the overall binding stability through hydrophobic and electrostatic contacts.

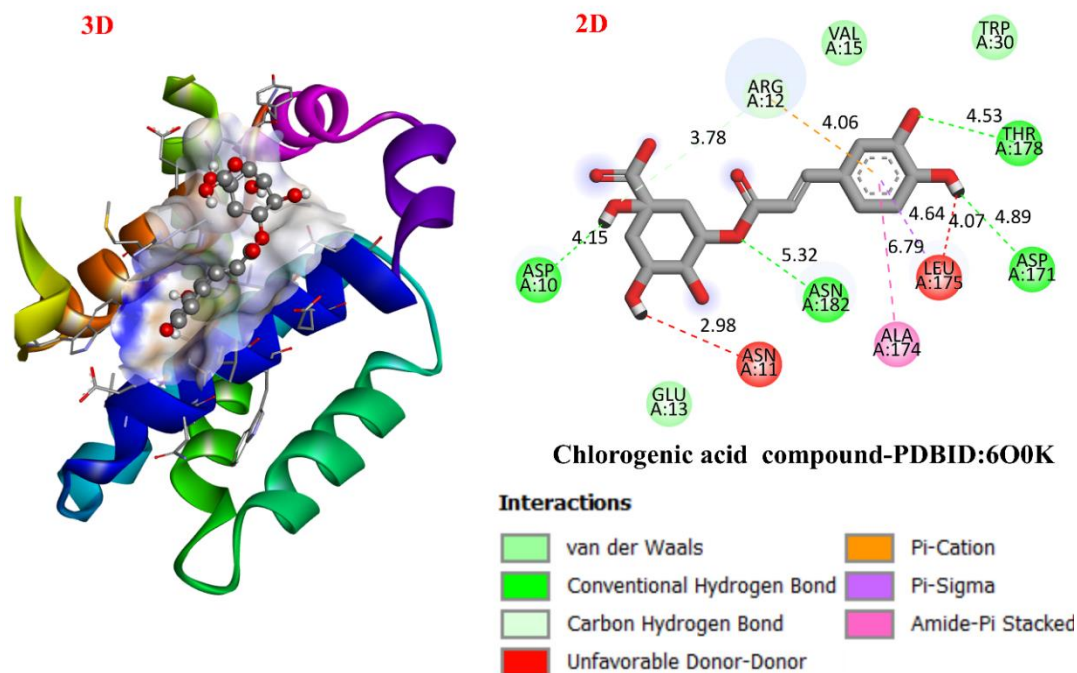


Figure 4. 2D and 3D images of the Chlorogenic acid compound and PDB: 6O0K enzyme

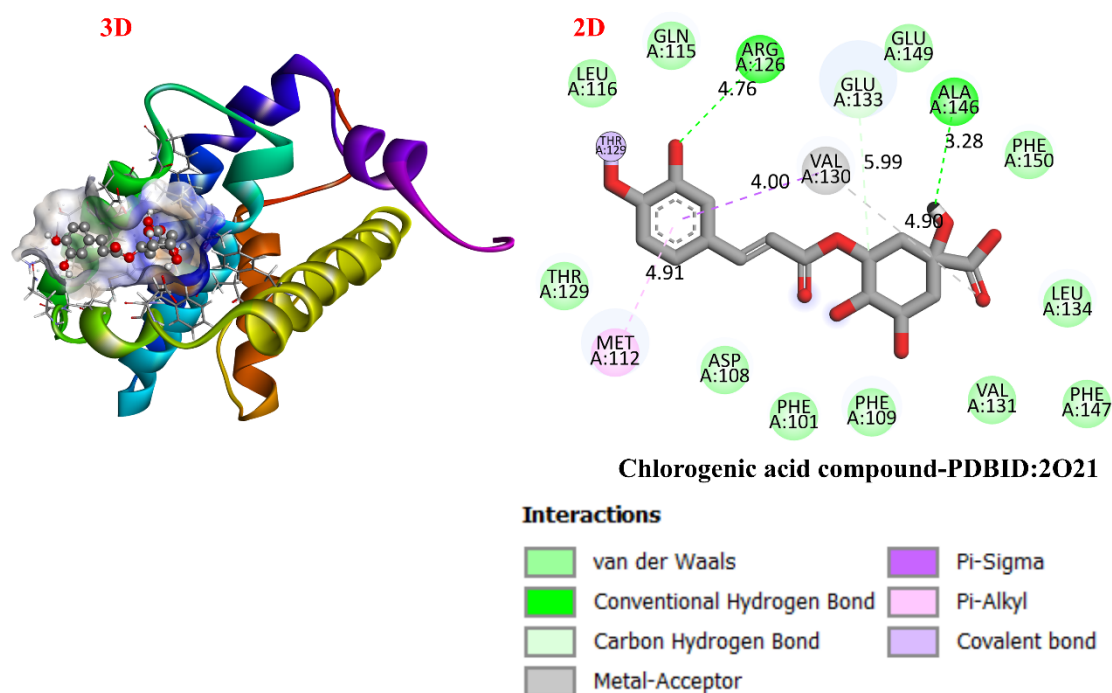


Figure 5. 2D and 3D images of the Chlorogenic acid compound and PDB: 2O21 enzyme

The detailed ligand–protein interaction parameters of chlorogenic acid with PDB IDs 6O0K and 2O21 have been presented in Table 5. The interaction profiles reveal that the stability of both docked complexes is governed by a combination of hydrogen bonding, hydrophobic contacts, electrostatic interactions, and van der Waals forces. For PDB ID: 6O0K, chlorogenic acid established four conventional hydrogen bonds with Asp10, Asn182, Asp171, and Thr178, with bond distances ranging from 4.15 to 5.32 Å. These hydrogen bonds play a significant role in anchoring the ligand within the active site and contribute to the specificity of the ligand–protein interaction. In addition, a carbon hydrogen bond was observed with Arg12 at 3.78 Å, while a π -cation interaction involving the same residue was detected at 4.06 Å, indicating favorable electrostatic attraction between the aromatic ring of chlorogenic acid and the positively charged amino acid side chain. Furthermore, a π -sigma interaction with Leu175 (4.64 Å) and an amide π -stacked interaction with Ala174 (6.79 Å) enhanced the hydrophobic stabilization of the complex. The ligand was also surrounded by several residues, including Val15, Trp30, and Glu13, through van der Waals interactions, which further strengthened the overall binding. Although two unfavorable donor–donor interactions with Asn11 (2.98 Å) and Leu175 (4.07 Å) were identified, their influence appears to be outweighed by the extensive network of favorable intermolecular interactions.

For PDB ID: 2O21, chlorogenic acid exhibited a more compact interaction network that is consistent with its lower docking score (−7.40 kcal/mol). The ligand formed two conventional hydrogen bonds with Arg126 and Ala146, having bond lengths of 4.76 Å and 3.28 Å, respectively. A carbon hydrogen bond with Glu133 (5.99 Å) was also observed.

Hydrophobic stabilization was further supported by a π -sigma interaction with Val130 (4.00 Å) and a π -alkyl interaction with Met112 (4.91 Å). In addition, van der Waals interactions involving Thr129, Asp108, Phe109, Val131, and Leu134 contributed to the stabilization of the ligand within the binding pocket. Interestingly, a metal acceptor interaction involving Thr129 and a covalent interaction with Val130 were also predicted, suggesting additional stabilizing contacts that may enhance ligand retention in the active site. Overall, chlorogenic acid interacted favorably with both breast cancer-related target proteins through multiple non-covalent interactions. The interaction profile of PDB ID: 2O21 indicates a more favorable binding environment, characterized by stronger hydrophobic contacts and additional stabilizing interactions, which is in agreement with its more negative docking score (−7.40 kcal/mol) compared with PDB ID: 6O0K (−6.40 kcal/mol). These findings suggest that chlorogenic acid possesses a higher binding affinity toward the 2O21 target and may therefore exhibit greater inhibitory potential against this breast cancer-associated protein.

Table 5. The interaction parameters between Chlorogenic acid compound and 6O0K, 2O21 enzymes

Type of Bond	Chlorogenic acid PDB: 6O0K	Bond Length (Å)	Chlorogenic acid PDB: 2O21	Bond Length (Å)
Van der Waals Interactions	VAL-15	-	THR-129	-
	TRP-30	-	ASP-108	-
	GLU-13	-	PHE-109	-
	-	-	VAL-131	-
	-	-	LEU-134	-
Conventional Hydrogen Bonds	ASP-10	4.15	ARG-126	4.76
	ASN-182	5.32	ALA-146	3.28
	ASP-171	4.89	-	-
	THR-178	4.53	-	-
Carbon Hydrogen Bond	ARG-12	3.78	GLU-133	5.99
Unfavorable	ASN-11	2.98	-	-
Donor -Donor	LEU-175	4.07	-	-
Pi-Cation	ARG-12	4.06	-	-
Pi-Sigma	LEU-175	4.64	VAL-130	4.00
Amide Pi-Stacked	Ala-174	6.79	-	-
Metal Acceptor	-	-	THR-129	-
Pi-Alkyl	-	-	MET-112	4.91
Covalent Bond	-	-	VAL-130	4.90

Conclusion

In this study, the structural, electronic, nonlinear optical (NLO), and biological properties of chlorogenic acid were comprehensively investigated using Density Functional Theory (DFT) calculations and molecular docking simulations. Mulliken atomic charge and Molecular Electrostatic Potential (MEP) analyses revealed that the molecule's reactive centers are primarily localized on electron-rich oxygen atoms and electron-poor hydroxyl hydrogens, highlighting its strong hydrogen bonding capacity and susceptibility to both electrophilic and nucleophilic interactions. Frontier molecular orbital (HOMO–LUMO) analysis demonstrated effective intramolecular charge transfer, with the PBEPBE functional predicting a narrower energy gap ($\Delta E = 4.7826$ eV) and higher chemical reactivity compared to the CAM-B3LYP functional. Furthermore, NLO calculations indicated that chlorogenic acid possesses a significant dipole moment, mean polarizability, and high first-order hyperpolarizability (β : 6.21×10^{-30} esu via PBEPBE). These strong nonlinear optical responses suggest that the molecule also holds promising potential for future optoelectronic and photonic applications. Molecular docking simulations provided critical insights into the compound's therapeutic potential against breast cancer. Chlorogenic acid successfully accommodated the active sites of both targeted proteins, exhibiting a more favorable binding affinity toward the PDB: 2O21 target (−7.40 kcal/mol) than the PDB: 6O0K target (−6.40 kcal/mol). The stability of the formed ligand–protein complexes is primarily driven by a robust network of conventional hydrogen bonds, reinforced by various hydrophobic contacts, π -interactions, and van der Waals forces. Collectively, these computational and theoretical findings elucidate the distinct electronic behavior and strong binding mechanisms of chlorogenic acid, establishing a solid theoretical foundation for its consideration as a promising therapeutic candidate in breast cancer drug discovery. These predictive results strongly support the need for further *in vitro* and *in vivo* experimental validations.

References

- Agbektas, T., Coskun, H., Genc, H. C., Cinar Kaya, G., Tas, A., Goren, K., Huseynzada, A., Guliyev, R., Hasanova, U., & Kaya, S. (2026). Evaluation of the Anticancer Effects of DODP on Gene Expression and Oxidative Stress in Gastric Cancer: An Integrated Docking, Bioinformatics, and Experimental Approach. *Life*, 16(4), 534. <https://doi.org/10.3390/life16040534>
- Asif, A., Maqsood, N., Tamam, N., Ayub, K., Ans, M., Iqbal, J., Al-Buriah, M., Alomairy, S., & Alrowaili, Z. (2022). DFT study of transition metals doped calix-4-pyrrole with excellent electronic and non-linear optical properties. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1214, 113767. Doi: 10.1016/j.comptc.2022.113767
- Bağlan, M., Gören, K., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Synthesis, Desing, Characterizations, Antimicrobial and Antioxidant Activity of New 1-(Morpholin-4-ylmethyl)-3-R-4-(3-hydroxy-4-methoxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1 H-1, 2, 4-triazol-5-ones. *Russian Journal of General Chemistry*, 96(7), 192. <https://doi.org/10.1134/S1070363225606404>
- Bağlan, M., Gören, K., Tahiroğlu, V., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Design, Synthesis, DFT-Based Characterization, Molecular Docking, and ADMET Evaluation of a Novel Mannich Base Derivative. *ChemistrySelect*, 11(9), e06617. <https://doi.org/10.1002/slct.202506617>
- Bağlan, M., Gören, K., & Yıldiko, Ü. (2023a). DFT Computations and Molecular Docking Studies of 3-(6-(3-aminophenyl)thiazolo [1, 2, 4] triazol-2-yl)-2H-chromen-2-one (ATTC) Molecule. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 10(1), 11–19. <https://doi.org/10.17350/HJSE19030000286>
- Bağlan, M., Gören, K., & Yıldiko, Ü. (2023b). HOMO–LUMO, NBO, NLO, MEP analysis and molecular docking using DFT calculations in DFPA molecule. *International Journal of Chemistry and Technology*, 7(1), 38–47. <https://doi.org/10.32571/ijct.1135173>
- Bağlan, M., Yıldiko, Ü., & Gören, K. (2022). Computational investigation of 5.5", 7"-trihydroxy-3, 7-dimethoxy-4'-4'''-O-biflavone from flavonoids using DFT calculations and molecular docking. *Adıyaman University Journal of Science*, 12(2), 283–298. <https://doi.org/10.37094/adyujsci.1121018>
- Bağlan, M., Yıldiko, Ü., & Gören, K. (2023). DFT calculations and molecular docking study in 6-(2"-pyrrolidinone-5"-yl)-(-) epicatechin molecule from flavonoids. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 11(1), 43–55. <https://doi.org/10.20290/estubtdb.1126604>
- Bank, R. P. D. (2007). *Solution structure of the anti-apoptotic protein Bcl-2 in complex with an acyl-sulfonamide-based ligand*. RCSB Protein Data Bank. Retrieved 11 July 2026 from <https://www.rcsb.org/structure/2O21>
- Bank, R. P. D. (2019). *crystal structure of BCL-2 with venetoclax*. RCSB Protein Data Bank. Retrieved 11 July 2026 from <https://www.rcsb.org/structure/6O0K>
- BIOVIA, D. S. (2016). *Discovery Studio Visualizer*. In Dassault Systèmes

- Boy, S., Ardahanlı, H., Gören, K., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Novel triazole derivative mannich bases as potential therapeutic agents: synthesis, in-vitro and in-silico studies. *Journal of Molecular Structure*, 146893. Doi: 10.1016/j.molstruc.2026.146893
- Cava, C., & Castiglioni, I. (2020). Integration of molecular docking and in vitro studies: A powerful approach for drug discovery in breast cancer. *Applied Sciences*, 10(19), 6981. <https://doi.org/10.3390/app10196981>
- Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2. 0: new docking methods, expanded force field, and python bindings. *Journal of chemical information and modeling*, 61(8), 3891–3898. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203>
- Frisch, M.J., G.W. Tucks, H.B., Schlegel, G.E., Scuseria, M.A., Robb, J.R., Cheeseman, G., Scalmani, V., Barone, B., Mennucci, G.A., Petersson, H., Nakatsuji, M., Caricato, X., Li, H.P., Hratchian, A.F., Izmaylov, J., Bloino, G., Zheng, J.L., Sonnenberg, M., Hada, M., Ehara, K., Toyota, R., Fukuda, J., Hasegawa, M., Ishida, T., Nakajima, Y., Honda, O., Kitao, H., Nakai, T., Vreven, J.A., Montgomery Jr., J.E., Peralta, F., Ogliaro, M., Bearpark, J.J., Heyd, E., Brothers, K.N., Kudin, V.N., Staroverov, R., Kobayashi, J., Normand, K., Raghavachari, A., Rendell, J.C., Burant, S.S., Iyengar, J., Tomasi, M., Cossi, N., Rega, J.M., Millam, M., Klene, J.E., Knox, J.B., Cross, V., Bakken, C., Adamo, J., Jaramillo, R., Gomperts, R.E., Stratmann, O., Yazyev, A.J., Austin, R., Cammi, C., Pomelli, J.W., Ochterski, R.L., Martin, K., Morokuma, V.G., Zakrzewski, G.A., Voth, P., Salvador, J.J., Dannenberg, S., Dapprich, A.D., Daniels, Ö., Farkas, J.B., Foresman, J.V., Ortiz, J., Cioslowski, D.J., Fox. (2009). *Gaussian 09*. In (Version Revision A.02)
- Gören, K., Bağlan, M., & Çakmak, İ. (2022). Theoretical investigation of ¹H and ¹³C NMR Spectra of diethanol Amine dithiocarbamate RAFT agent. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(3), 1677–1689. <https://doi.org/10.21597/jist.1103750>
- Gören, K., Bağlan, M., Tahiroğlu, V., & Yıldık, Ü. (2024). Theoretical calculations and molecular docking analysis of 4-(2-(4-bromophenyl) hydrazineylidene)-3, 5-diphenyl-4H-pyrazole molecule. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 10(4), 786–802. <https://doi.org/10.28979/jarnas.1516154>
- Gören, K., Bağlan, M., Tahiroğlu, V., & Yıldık, Ü. (2025). In-silico Drug Evaluation by Molecular Docking and ADME Studies, DFT Calculations of 2-(4-Chlorobenzyl)-6-(4-methoxyphenyl) imidazo [2, 1-b][1, 3, 4] thiadiazole. *Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2), 504–520. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1632642>
- Gören, K., Bağlan, M., & Yıldık, Ü. (2024a). Antimicrobial, and Antitubercular Evaluation with ADME and Molecular Docking Studies and DFT Calculations of (Z)-3-((1-(5-amino-1, 3, 4-thiadiazol-2-yl)-2-Phenylethyl) imino)-5-nitroindolin-2-one Schiff Base. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(4), 1694–1708. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1423367>
- Gören, K., Bağlan, M., & Yıldık, Ü. (2024b). Melanoma Cancer Evaluation with ADME and Molecular Docking Analysis, DFT Calculations of (E)-methyl 3-(1-(4-methoxybenzyl)-2, 3-dioxindolin-5-yl)-acrylate Molecule. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(3), 1186–1199. <https://doi.org/10.21597/jist.1467666>
- Gören, K., Bağlan, M., & Yıldık, Ü. (2025). Analysis by DFT, adme and docking studies of N'-(4-Hydroxy-3-Methoxybenzylidene) Naphtho [2, 3-B] Furan-2-Carbohydrazide. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 13(1), 7–23. <https://doi.org/10.20290/estubtdb.1501639>
- Gören, K., Bağlan, M., Yıldık, Ü., & Tahiroğlu, V. (2024). Anti-Kanser ve Anti-Üreaz Aktivitesi için Tiazolidinon-Bis Schiff Bazının Moleküler Yerleştirme ve DFT Analizi. *Journal of the Institute of Science & Technology/Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2). Doi: 10.21597/jist.1416223
- Gören, K., Bağlan, M., Yıldık, Ü., & Tahiroğlu, V. (2024). Molecular Docking and DFT analysis of Thiazolidinone-Bis schiff base for anti-Cancer and anti-Urease activity. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(2), 822–834. <https://doi.org/10.21597/jist.1416223>
- Gören, K., Kotan, G., Alkan, M., Gürbüz, A., Manap, S., & Yüksek, H. (2026). Synthesis, in-silico molecular docking, ADMET profiling and DFT-based characterization of 3-phenyl-4-(2-acetoxy-3-methoxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1 H-1, 2, 4-triazol-5-one. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 23(7), 233. <https://doi.org/10.1007/s13738-026-03534-7>
- Gören, K., Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2024). Synthesis, Antimicrobial and Antioxidant Activities of 3-Alkyl (aryl)-4-(3-methoxy-4-hydroxybenzylideneamino)-4, 5-dihydro-1 H-1, 2, 4-triazol-5-one Derivatives. *Chemistry Africa*, 7(10), 5273–5289. <https://doi.org/10.1007/s42250-024-01139-2>
- Gören, K., & Yıldık, Ü. (2024). Aldose reductase evaluation against diabetic complications using ADME and molecular docking studies and DFT calculations of spiroindoline derivative molecule. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 281–292. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1474689>

- Kartal, B., Bağlan, M., & Gören, K. (2026). DFT, Molecular Docking and In-Silico ADME Studies of 2-(2-(4-Chlorophenyl) Benzo [D]-Oxazol-5-Yl) Propanoic Acid Compound. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 42(1). <https://doi.org/10.65520/erciyesfen.1791980>
- Kotan, G., Gören, K., Manap, S., Bağlan, M., & Yüksek, H. (2025). Novel Mannich Bases Based on Schiff Bases: Synthesis, Biological Activities, Computational Approach, and Anticancer Analysis with Molecular Docking. *Acta Chimica Slovenica*, 72(4). Doi: 10.17344/acsi.2025.9285
- Liang, N., & Kitts, D. D. (2015). Role of chlorogenic acids in controlling oxidative and inflammatory stress conditions. *Nutrients*, 8(1), 16. <https://doi.org/10.3390/nu8010016>
- Miao, M., & Xiang, L. (2020). Chapter Three - Pharmacological action and potential targets of chlorogenic acid. In G. Du (Ed.), *Advances in Pharmacology* (Vol. 87, pp. 71–88). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.apha.2019.12.002>
- Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A. A., Khan, G. J., Shumzaid, M., Ahmad, F., Babazadeh, D., FangFang, X., & Modarresi-Ghazani, F. (2018). Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 97, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.064>
- Nguyen, V., Taine, E. G., Meng, D., Cui, T., & Tan, W. (2024). Chlorogenic acid: A systematic review on the biological functions, mechanistic actions, and therapeutic potentials. *Nutrients*, 16(7), 924. <https://doi.org/10.3390/nu16070924>
- Shafiq, I., Haq, S., Javed, T., Bullo, S., Ahmed, S., Alhokbany, N., & Ahamad, T. (2024). Influence of benzothiophene acceptor moieties on the non-linear optical properties of pyreno-based chromophores: first-principles DFT framework. *RSC advances*, 14(23), 15964–15978. <https://doi.org/10.1039/d4ra00903g>
- Sharma, S. J., & Sekar, N. (2024). Exploring charge transfer effects on linear, non-linear optical, and dye-sensitized solar cell properties: A DFT and TD-DFT investigation of carbazole and aniline-based dyes. *International Journal of Quantum Chemistry*, 124(13), e27419. <https://doi.org/10.1002/qua.27419>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., & Bağlan, M. (2025). In Silico drug evaluation by molecular docking, ADME studies and DFT calculations of 2-(6-chloro-2-(4-chlorophenyl) imidazo [1, 2-a] pyridin-3-yl)-N, N-dipropylacetamide. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 26(1), 116. <https://doi.org/10.1186/s40360-025-00958-4>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., Kotan, G., & Yüksek, H. (2025). In silico drug evaluation by molecular docking, ADME studies and synthesis, characterization, biological activities, DFT, SAR analysis of the novel Mannich bases. *BMC chemistry*, 19(1), 249. <https://doi.org/10.1186/s13065-025-01615-x>
- Tahiroğlu, V., Gören, K., Yıldiko, Ü., & Bağlan, M. (2024). Investigation, structural characterization and evaluation of the biological potency by molecular docking of amoxicillin analogue of a schiff base molecule. *International Journal of Chemistry and Technology*, 8(2), 190–199. <https://doi.org/10.32571/ijct.1410570>

Travmatik Doğum Deneyimi: Risk Faktörleri, Sonuçları ve Hemşirelik Yaklaşımları

Traumatic Childbirth Experience: Risk Factors, Outcomes, and Nursing Approaches

Hasret NARİN BALSAK, hasret.narinbalsak@sirnak.edu.tr, [ORCID](#), [ROR](#)
Dr.Öğretim Üyesi, Şırnak Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Şırnak, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atıf (Citation): Narin Balsak, H. (2026). Travmatik Doğum Deneyimi: Risk Faktörleri, Sonuçları ve Hemşirelik Yaklaşımları *Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 36-43.

Geliş Tarihi (Submission Date)	16.07.2026
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	18.07.2026
Yayın Tarihi (Publication Date)	31.07.2026
Makale Türü (Article Type)	Derleme(Compilation)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references).
Yapay Zeka Kullanımı (Use of Artificial Intelligence)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde yapay zeka tabanlı herhangi bir araç veya uygulama kullanılmamıştır. Çalışmanın tüm içeriği, yazar(lar) tarafından bilimsel araştırma yöntemleri ve akademik etik ilkelere uygun şekilde üretilmiştir. (No artificial intelligence-based tools or applications were used in the preparation of this study. All content of the study was produced by the author(s) in accordance with scientific research methods and academic ethical principles.)
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) – Ithenticate/Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. (The author(s) has no conflict of interest to declare).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Tek yazar(single author).
Etik Beyan Adresi (Complaints)	susbd@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans (Copyright & License)	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC-ND lisansı altında yayımlanmaktadır. (Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC-ND).

Travmatik Doğum Deneyimi: Risk Faktörleri, Sonuçları ve Hemşirelik Yaklaşımları

ÖZET

Travmatik doğum deneyimi, doğumun fiziksel boyutlarının ötesinde, kadının doğum sürecini yaşamına veya bebeğinin yaşamına yönelik bir tehdit, kontrol kaybı, yoğun korku, çaresizlik ya da güçsüzlük duygularıyla ilişkilendirdiği öznel ve çok boyutlu bir psikolojik deneyimdir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, travmatik doğum deneyiminin yalnızca doğum anını değil, annenin ruh sağlığını, anne-bebek bağlanmasını, ebeveynlik sürecini ve sonraki gebelik kararlarını etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, travmatik doğum deneyiminin doğuma bağlı travma sonrası stres bozukluğu (TTSB), depresyon, anksiyete, emzirme güçlükleri ve anne-bebek etkileşiminde bozulma gibi olumsuz sonuçlarla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Travmatik doğum deneyiminin gelişiminde kadına ait bireysel özellikler, obstetrik komplikasyonlar, doğum sürecinin yönetimi ve sağlık profesyonelleri tarafından sunulan bakımın niteliği birlikte etkili olmaktadır. Özellikle yetersiz iletişim, kadının karar verme sürecine katılımının desteklenmemesi, saygılı bakım ilkelerinin göz ardı edilmesi ve emosyonel desteğin yetersizliği değiştirilebilir risk faktörleri arasında yer almaktadır. Buna karşın kadın merkezli, travma bilgili ve kanıta dayalı bakım yaklaşımlarının travmatik doğum deneyiminin önlenmesi ve olumsuz sonuçlarının azaltılmasında önemli katkılar sağlayabileceği bildirilmektedir. Bu derlemede, travmatik doğum deneyiminin risk faktörleri, sonuçları ve kadın sağlığı hemşireliğinde uygulanabilecek güncel bakım yaklaşımları güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler:

Doğum, Kadın Sağlığı, Psikolojik Travma, Hemşirelik Bakımı

Traumatic Birth Experience: Risk Factors, Consequences, and Nursing Approaches

ABSTRACT

Traumatic birth experience is a subjective and multidimensional psychological experience in which a woman perceives the childbirth process beyond its physical aspects and associates it with threats to her own life or the life of her baby, loss of control, intense fear, helplessness, or powerlessness. Recent studies have demonstrated that traumatic birth experience is not limited to the moment of childbirth but represents an important public health concern affecting maternal mental health, mother–infant bonding, the parenting process, and decisions regarding future pregnancies. Research indicates that traumatic birth experience is associated with adverse outcomes such as childbirth-related post-traumatic stress disorder (CB-PTSD), depression, anxiety, breastfeeding difficulties, and impaired mother–infant interaction. The development of traumatic birth experience is influenced by the interaction of individual maternal characteristics, obstetric complications, management of the childbirth process, and the quality of care provided by healthcare professionals. In particular, inadequate communication, limited involvement of women in decision-making processes, disregard for respectful care principles, and insufficient emotional support are among the modifiable risk factors. Conversely, woman-centered, trauma-informed, and evidence-based care approaches have been reported to contribute significantly to the prevention of traumatic birth experiences and the reduction of their negative consequences. This review evaluates the risk factors, consequences, and current care approaches that can be implemented in women’s health nursing regarding traumatic birth experience based on current literature.

Keywords:

Childbirth, Women's Health, Psychological Trauma, Nursing Care

Giriş

Doğum, fizyolojik bir süreç olmasının yanı sıra kadın yaşamında önemli biyolojik, psikolojik ve sosyal değişimlerin yaşandığı kritik bir yaşam olayıdır. Her ne kadar çoğu kadın için olumlu ve güçlendirici bir deneyim olarak değerlendirilse de, bazı kadınlar doğumu yoğun korku, çaresizlik, kontrol kaybı veya yaşamının ya da bebeğinin yaşamının tehdit altında olduğu bir olay olarak algılayabilmektedir (Wang vd., 2025). Son yıllarda doğum deneyiminin yalnızca obstetrik sonuçlar açısından değil, kadının doğumu nasıl algıladığı ve deneyimlediği açısından da değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, travmatik doğum deneyimi, kadının doğumu fiziksel olayların ötesinde psikolojik olarak travmatik biçimde deneyimlemesi olarak tanımlanmakta ve perinatal ruh sağlığının önemli belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Horsch vd., 2024; Uddin vd., 2022).

Literatürde travmatik doğum deneyiminin, doğuma bağlı travma sonrası stres bozukluğu (Childbirth-related Post-Traumatic Stress Disorder, CB-PTSD) gelişiminde temel risk etmenlerinden biri olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, travmatik doğum deneyimi yaşayan her kadında CB-PTSD gelişmemekle birlikte, bu deneyim; depresyon, anksiyete, anne-bebek bağlanmasında güçlük, emzirme sorunları, ebeveynlik rolüne uyumda güçlük ve sonraki gebeliklere ilişkin korku gibi çok yönlü olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (Handelzalts vd., 2025). Ayrıca travmatik doğum deneyiminin kadınların sağlık hizmetlerine duyduğu güveni azaltabildiği ve sonraki doğum tercihlerinde belirleyici olabildiği ifade edilmektedir (Ayers vd., 2016; Horsch vd., 2024).

Travmatik doğum deneyiminin ortaya çıkışı tek bir nedene bağlanamamakta; bireysel, obstetrik ve sağlık hizmetine ilişkin çok sayıda faktörün etkileşimi sonucunda gelişmektedir. Önceden var olan psikolojik sorunlar, travma öyküsü, doğum korkusu, beklenmeyen obstetrik komplikasyonlar, acil girişimler ve yoğun ağrı gibi klinik faktörlerin yanı sıra; etkisiz iletişim, yetersiz bilgilendirme, kadının karar verme sürecine katılımının sınırlanması, mahremiyetin korunamaması ve destekleyici bakımın yetersizliği gibi bakım süreçlerine ilişkin etkenlerin de travmatik doğum algısını önemli ölçüde etkilediği bildirilmektedir. Bu durum, travmatik doğum deneyiminin yalnızca tıbbi komplikasyonlarla açıklanamayacağını, bakımın niteliğinin de belirleyici olduğunu göstermektedir (Ayers vd., 2024).

Son yıllarda yayımlanan çalışmalar, travmatik doğum deneyiminin önlenmesi ve olumsuz sonuçlarının azaltılmasında kadın merkezli, saygılı ve travma duyarlı bakım yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır (Heyne vd., 2022; Zedan, 2025). Özellikle travmatik doğum öyküsü bulunan kadınların sonraki gebeliklerinde bireyselleştirilmiş bakım planlarının oluşturulması, psikolojik gereksinimlerin erken dönemde belirlenmesi ve bakım sürekliliğinin sağlanmasının olumlu doğum deneyimini desteklediği bildirilmektedir (Pidd vd., 2023). Ayrıca nitel araştırmalar, kadınların travmatik doğumu çoğu zaman yalnızca klinik olaylarla değil; anlaşılmama, değersiz hissetme, kontrol kaybı ve yetersiz iletişim gibi duygusal deneyimlerle tanımladıklarını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, kadın sağlığı ve hastalıkları hemşireleri ile ebelerin terapötik iletişim, psikososyal destek ve kadın merkezli bakım uygulamalarındaki rolünün önemini daha da belirgin hâle getirmektedir (AlKhunaizi vd., 2026).

Bu doğrultuda, travmatik doğum deneyiminin risk faktörlerinin ve sonuçlarının güncel kanıtlar ışığında değerlendirilmesi, kadınların doğum deneyimini iyileştirmeye yönelik hemşirelik uygulamalarının güçlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı, travmatik doğum deneyiminin risk faktörlerini ve anne üzerindeki etkilerini güncel literatür doğrultusunda incelemek ve kadın sağlığı hemşireliğinde uygulanabilecek kanıta dayalı bakım yaklaşımlarını ortaya koymaktır.

1.Travmatik Doğum Deneyimi ve Risk Faktörleri

Doğum, kadın yaşamında fizyolojik bir olay olmanın ötesinde biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutları bulunan önemli bir yaşam deneyimidir (Döner & Kul Uçtu, 2024). Her ne kadar çoğu kadın için olumlu ve güçlendirici bir süreç olarak değerlendirilebilse de, bazı kadınlar doğumu yoğun korku, çaresizlik, kontrol kaybı veya yaşamlarının ve/veya bebeklerinin yaşamının tehdit altında olduğu algısıyla deneyimleyebilmektedir (Benyamini vd., 2024). Bu nedenle günümüzde doğum deneyiminin yalnızca obstetrik sonuçlar temelinde değil, kadının doğuma yüklediği öznel anlam ve psikolojik deneyimi çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiği kabul edilmektedir. Bu bağlamda travmatik doğum deneyimi, nesnel obstetrik komplikasyonların varlığından bağımsız olarak, kadının doğumu kendisi için tehdit edici veya travmatik bir yaşam olayı şeklinde algılaması olarak tanımlanmaktadır (Olza vd., 2020).

Son yıllarda yayımlanan sistematik derlemeler, travmatik doğum deneyiminin sanılandan daha yaygın olduğunu ve önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturduğunu göstermektedir (Heyne vd., 2022; Pidd vd., 2023; Wang vd., 2025). Kadınların

önemli bir kısmı doğum deneyimini olumsuz veya travmatik olarak tanımlamakta ve bu deneyim, doğum sonrası dönemde hem psikolojik iyilik hâli hem de anne ve bebek sağlığı üzerinde olumsuz etkilerle ilişkilendirilmektedir (Chabbert vd., 2021). Benzer şekilde, MacMillan ve ark. (2026), travmatik doğum deneyiminin gelişiminde rol oynayan bireysel risk faktörlerine ilişkin kanıtların giderek güçlendiğini bildirmektedir. Bu bireysel risk faktörleri arasında önceden geçirilmiş travmatik yaşantılar veya travma öyküsü, prenatal dönemde anksiyete ve depresyon belirtileri, doğum korkusu (tokofobi), düşük öz yeterlilik algısı, yüksek stres düzeyi, yetersiz sosyal destek, olumsuz doğum beklentileri ve daha önce yaşanmış olumsuz ya da travmatik doğum deneyimi öne çıkmaktadır (MacMillan vd., 2026). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, travmatik doğum deneyiminin yalnızca doğum anında ortaya çıkan geçici bir stres tepkisi olarak değil, doğuma bağlı travma sonrası stres bozukluğu başta olmak üzere uzun dönem psikolojik sonuçlara zemin hazırlayabilen çok boyutlu bir sağlık sorunu olarak ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

2. Anneye, Obstetrik Sürece ve Sağlık Hizmetine Bağlı Risk Faktörleri

Travmatik doğum deneyiminin gelişiminde etkili olan risk faktörleri; anneye bağlı bireysel özellikler, obstetrik sürece ilişkin faktörler ve sağlık hizmeti sunumuna bağlı etmenler olmak üzere üç temel grupta ele alınmaktadır. Literatürde, bu faktörlerin tek başına değil, çoğunlukla birbirleriyle etkileşim içerisinde travmatik doğum deneyiminin oluşumuna sebep olduğu vurgulanmaktadır (Döner & Kul Uçtu, 2024).

Anneye bağlı risk faktörleri arasında özellikle önceki ruh sağlığı sorunları, travmatik yaşam deneyimleri, doğuma yönelik yüksek düzeyde korku ve anksiyete ile yetersiz sosyal destek öne çıkmaktadır. Chabbert ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, doğum sırasında kontrol kaybı hissi, beklentilerin karşılanmaması ve yoğun stres algısının kadınların doğum deneyimini olumsuz değerlendirmesinde en güçlü belirleyiciler arasında yer aldığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, gebelik ve doğum sürecinde yeterli sosyal ve duygusal destek alamayan kadınların doğumu travmatik olarak algılama olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Chabbert vd., 2021). Bu bulgular, travmatik doğum deneyiminin yalnızca klinik koşullarla değil, kadının psikolojik hazırlığı ve çevresel destek mekanizmalarıyla da yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Obstetrik sürece ilişkin risk faktörleri incelendiğinde ise, beklenmeyen veya yoğun tıbbi müdahale gerektiren doğumların travmatik deneyim riskini artırdığı görülmektedir. Özellikle acil sezaryen, operatif vajinal doğum, uzamış doğum eylemi, şiddetli doğum ağrısı ve anne ya da bebeğe ilişkin gelişen komplikasyonlar, doğum deneyiminin olumsuz algılanmasına katkıda bulunan başlıca obstetrik faktörler arasında yer almaktadır (Chabbert vd., 2021). Bununla birlikte, obstetrik olayın kendisinden çok, kadının bu olayları nasıl deneyimlediği ve yorumladığı travmatik doğum algısının oluşumunda belirleyici olabilmektedir.

Sağlık hizmeti sunumuna ilişkin faktörler de travmatik doğum deneyiminin oluşumunda önemli bir role sahiptir. Zedan (2025) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, özellikle saygılı doğum bakımının yeterince uygulanmadığı sağlık sistemlerinde kadınların kötü muamele, yetersiz iletişim, karar verme sürecine katılamama ve mahremiyet ihlali gibi olumsuz uygulamalarla daha sık karşılaştıkları bildirilmektedir. Bu tür bakım eksikliklerinin, obstetrik komplikasyonlardan bağımsız olarak doğum deneyiminin travmatik şekilde algılanmasına katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır. Aynı derlemede, doğuma bağlı travma sonrası stres belirtilerinin görülme sıklığının dikkat çekici düzeyde olduğu belirtilmiş ve bakım kalitesinin iyileştirilmesinin önemi ortaya konulmuştur (Zedan, 2025). Benzer şekilde, MacMillan ve ark. (2026) doğum öncesi dönemde uygulanan psikoeğitim ve danışmanlık temelli girişimlere ilişkin kanıtların sınırlı olduğunu, bu nedenle travmatik doğum deneyimini önlemeye yönelik birincil koruyucu uygulamaların geliştirilmesine gereksinim duyulduğunu ifade etmektedir (MacMillan vd., 2026). Bu kapsamda geliştirilebilecek birincil koruyucu uygulamalar arasında gebelik döneminde travma riskinin erken dönemde değerlendirilmesi, doğuma hazırlık eğitimlerinin güçlendirilmesi, doğum korkusuna yönelik psikoeğitim ve danışmanlık hizmetlerinin sunulması, kadın merkezli ve saygılı doğum bakımının yaygınlaştırılması, etkili iletişim ve ortak karar verme süreçlerinin desteklenmesi ile sağlık profesyonellerinin travma bilinçli bakım konusunda eğitilmesi yer almaktadır. Bu uygulamaların doğum deneyiminin daha olumlu algılanmasına katkı sağlayarak travmatik doğum deneyimi riskini azaltabileceği düşünülmektedir.

3. Travmatik Doğum Deneyiminin Sonuçları

Travmatik doğum deneyimi, yalnızca doğum anıyla sınırlı olmayan; annenin ruhsal iyilik hâlini, anne-bebek ilişkisini ve aile işlevselliğini etkileyebilen çok gerektiğini ortaya koymaktadır (Handelzalts vd., 2025; Wang vd., 2025).

Travmatik doğum deneyiminin en belirgin sonuçlarından biri, annenin ruh sağlığının olumsuz etkilenmesidir. Sistematik derleme bulguları, travmatik doğum yaşayan kadınlarda doğuma bağlı travma sonrası stres bozukluğu (PTSB),

anksiyete ve dep.resyon gelişme riskinin anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir (Zedan, 2025). Bu psikolojik sorunlar, annenin doğum sonrası döneme uyumunu güçleştirebilmekte, annelik rolünü benimsemesini geciktirebilmekte ve günlük yaşam işlevselliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle doğumun travmatik olarak algılanması, kadının doğum deneyimine ilişkin olumsuz anılarının sürmesine ve psikolojik iyilik hâlinin uzun süre etkilenmesine neden olabilmektedir (Mucuk & Özkan, 2021).

Travmatik doğum deneyiminin etkileri yalnızca anne ile sınırlı kalmayıp anne-bebek etkileşimini de doğrudan etkileyebilmektedir. Ruhsal belirtilerin yoğun yaşanması, annenin bebeğiyle güvenli bağ kurmasını zorlaştırabilmekte, emzirme sürecini olumsuz etkileyebilmekte ve ebeveynlik rolüne uyumu güçleştirebilmektedir. Anne-bebek bağlanmasındaki bu güçlüklerin; erken doğum, zorlu doğum süreci ve doğum sonrası depresyon veya anksiyete gibi ek risk faktörlerinin varlığında daha belirgin hâle geldiği bildirilmektedir (Zedan, 2025). Bu durum, travmatik doğum deneyiminin yalnızca bireysel bir psikolojik sorun değil, anne ve bebeğin uzun dönem sağlığını etkileyebilecek önemli bir klinik durum olduğunu göstermektedir.

Travmatik doğum deneyiminin uzun dönem sonuçları arasında kadınların sonraki gebelik ve doğum kararlarının etkilenmesi de yer almaktadır. MacMillan ve ark. (2026), doğuma bağlı travma ve PTSTB'nin uygun şekilde ele alınmaması durumunda hem anne hem de bebek açısından istenmeyen sağlık sonuçlarının ortaya çıkabileceğini belirtmektedir. Aynı derlemede, gebelik döneminde uygulanan psikoeğitim ve danışmanlık temelli girişimlerin doğum korkusunu azaltabildiği, anne öz-yeterliliğini desteklediği ve travmatik sonuçların önlenmesinde potansiyel yararlar sağlayabileceği ifade edilmektedir. Bu bulgular, travmatik doğum deneyiminin kaçınılmaz bir sonuç olmadığını; erken dönemde planlanan koruyucu ve destekleyici girişimlerle olumsuz etkilerinin azaltılabileceğini göstermektedir (MacMillan vd., 2026).

Travmatik doğum deneyiminin değerlendirilmesinde kadının doğumu nasıl algıladığı da önemli bir belirleyici olarak kabul edilmektedir. Chabbert ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, doğum deneyimine ilişkin öznel algının doğum sonrası psikolojik uyumun güçlü belirleyicilerinden biri olduğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle, doğum sonrası bakım sürecinde yalnızca fiziksel iyileşmenin değil, kadının doğum deneyimine ilişkin değerlendirmelerinin de sistematik olarak ele alınması büyük önem taşımaktadır (Chabbert vd., 2021). Kadının yaşadığı deneyimin erken dönemde değerlendirilmesi, travma belirtilerinin zamanında fark edilmesine ve uygun psikososyal desteğin planlanmasına katkı sağlayabilir.

4.Travmatik Doğum Deneyiminde Ebelik-Hemşirelik Yaklaşımları

Travmatik doğum deneyiminin önlenmesi ve olumsuz etkilerinin azaltılmasında kadın sağlığı ve hastalıkları hemşireleri ile ebeler önemli bir role sahiptir. Hemşirelik bakımının temel amacı, kadının yalnızca fiziksel gereksinimlerini karşılamak değil, aynı zamanda psikolojik güvenliğini destekleyen, kadın merkezli ve saygılı bir bakım ortamı oluşturmaktır (Mucuk & Özkan, 2021). Kadının bakım sürecine aktif katılımının desteklenmesi, etkili iletişim kurulması, mahremiyetin korunması ve yapılacak girişimlere ilişkin yeterli bilgilendirme sağlanması, olumlu doğum deneyiminin geliştirilmesinde temel hemşirelik uygulamaları arasında yer almaktadır (Watson vd., 2021).

Gebelik döneminde hemşireler tarafından doğum korkusu, önceki travmatik yaşantılar, ruh sağlığı öyküsü ve sosyal destek düzeyinin değerlendirilmesi; risk altındaki kadınların erken dönemde belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Mucuk & Özkan, 2021). Doğuma hazırlık eğitimleri, bireysel danışmanlık ve sürekli emosyonel destek, kadınların doğum sürecine yönelik öz yeterliliklerini artırarak travmatik doğum deneyimi riskini azaltabilecek girişimler arasında gösterilmektedir (Watson vd., 2021).

Travmatik doğum deneyimi yalnızca kadınları değil, bakım veren sağlık profesyonellerini de etkileyebilmektedir. Travmatik doğumlara tanıklık eden hemşire ve ebelerde ikincil travmatik stres, duygusal tükenmişlik ve mesleki doyumda azalma görülebilmektedir (Uddin vd., 2022). Benzer şekilde, travmatik doğum deneyimlerinin sağlık profesyonellerinin klinik kararlarını ve bakım uygulamalarını etkileyebildiği bildirilmektedir (Bingham vd., 2023). Bu nedenle hem kadınların hem de sağlık profesyonellerinin psikolojik açıdan desteklenmesi ve travma temelli bakım ilkelerinin klinik uygulamalara entegre edilmesi, bakım kalitesinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Travmatik doğum deneyimi, annenin, bebeğin ve ailenin sağlığını kısa ve uzun dönemde etkileyebilen önemli bir sorundur. Bu deneyimin oluşumunda bireysel özellikler, obstetrik süreç ve sunulan bakımın niteliği birlikte rol oynamaktadır. Bu nedenle travmatik doğumun önlenmesinde, obstetrik bakımın yanı sıra kadınların psikolojik gereksinimlerini de kapsayan bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir.

Kadın merkezli, saygılı ve travma bilgili bakım uygulamalarının yaygınlaştırılması, etkili iletişim kurulması, kadınların bakım sürecine aktif katılımının desteklenmesi ve doğum sonrası psikolojik değerlendirmenin rutin bakımın bir parçası olması olumlu doğum deneyimini güçlendirecektir. Bu süreçte kadın sağlığı ve hastalıkları hemşireleri ile ebeler, travmatik doğum deneyiminin önlenmesi, erken tanılanması ve uygun bakımın planlanmasında önemli sorumluluk üstlenmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, travmatik doğum deneyiminin uzun dönem sonuçlarını inceleyen araştırmaların artırılması, travma bilgili bakımın etkinliğini değerlendiren güçlü kanıtların oluşturulması ve kadın sağlığı hemşireliğine özgü kanıta dayalı bakım modellerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- AlKhunaizi, A. N., Al-Otaibi, A. G., Al-Abdullah, A., Bahri, H. A., AlAbdalhai, S. A., Alhaji, K., Alharthi, M. A., & Al Zayer, M. J. (2026). When birth turns from a happy event into trauma: An interpretative phenomenological analysis of women's perceptions of living a traumatic childbirth experience. *SAGE Open Nursing*, 12. <https://doi.org/10.1177/23779608261417795>
- Ayers, S., Bond, R., Bertullies, S., & Wijma, K. (2016). The aetiology of post-traumatic stress following childbirth: A meta-analysis and theoretical framework. *Psychological Medicine*, 46(6), 1121–1134. <https://doi.org/10.1017/S0033291715002706>
- Ayers, S., Horsch, A., Garthus-Niegel, S., Nieuwenhuijze, M., Bogaerts, A., Hartmann, K., Karlsdóttir, S. I., Oosterman, M., Tecirli, G., Turner, J. D., & Lalor, J. G. (2024). Traumatic birth and childbirth-related post-traumatic stress disorder: International expert consensus recommendations for practice, policy, and research. *Women and Birth*, 37(2), 362–367. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2023.11.006>
- Benyamini, Y., Delicate, A., Ayers, S., Dikmen-Yildiz, P., Gouni, O., Jónsdóttir, S. S., Karlsdóttir, S. I., Kömürcü Akik, B., Leinweber, J., Murphy-Tighe, S., Pajalic, Z., Riklikiene, O., & Limmer, C. M. (2024). *Key dimensions of women's and their partners' experiences of childbirth: A systematic review of reviews of qualitative studies*. *PLOS ONE*, 19(3), e0299151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299151>
- Bingham, J., Kalu, F. A., & Healy, M. (2023). The impact on midwives and their practice after caring for women who have a traumatic childbirth: A systematic review. *Birth*, 50(4), 711–734. <https://doi.org/10.1111/birt.12759>
- Çankaya, S., & Ocaktan, C. (2022). Postpartum erken dönemde primipar annelerin travmatik doğum deneyimlerinin ve algısının emzirme tutumu ile ilişkisi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(2), 227–234.
- Chabbert, M., Panagiotou, D., & Wendland, J. (2021). Predictive factors of women's subjective perception of childbirth experience: A systematic review of the literature. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 39(1), 43–66. <https://doi.org/10.1080/02646838.2020.1748582>
- Döner, Ş. İ., & Kul Uçtu, A. (2024). Travmatik doğum algısına neden olan faktörlerin incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 203–215.
- Handelzalts, J. E., Ayers, S., Webb, R., Constantinou, G., Lucas, G., Grollman, C., Ohayon, S., Awad Sirhan, N., Baird, K., Baldisserotto, M., Batool, R., Batool, S., Caparros-Gonzalez, R. A., Chorwe-Sungani, G., Christoforou, A., Coe, S., Costa, R., Dikmen-Yildiz, P., Ďuričková, B., ... INTERSECT Consortium. (2025). *Cross-national risk factors for childbirth-related PTSD: Findings from the INTERSECT study*. *Psychological Medicine*, 55, e349. <https://doi.org/10.1017/S0033291725102298>
- Heyne, C.-S., Kazmierczak, M., Souday, R., Horesh, D., Lambregtse-van den Berg, M., Weigl, T., Horsch, A., Oosterman, M., Dikmen-Yildiz, P., & Garthus-Niegel, S. (2022). Prevalence and risk factors of birth-related posttraumatic stress among parents: A comparative systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 94, 102157. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2022.102157>
- Horsch, A., Garthus-Niegel, S., Ayers, S., Chandra, P. S., Hartmann, K., Vaisbuch, E., & Lalor, J. G. (2024). Childbirth-related posttraumatic stress disorder: Definition, risk factors, pathophysiology, diagnosis, prevention, and treatment. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 230(5), 1116–1127. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2023.09.089>
- MacMillan, K. K., Greenhalgh, C. F., Cleary, D. B., Cahill, J., Dedman, K., Bright, C., & Watson, S. J. (2026). Childbirth-related post-traumatic stress disorder and childbirth trauma: A systematic review of available primary antenatal intervention. *Birth*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/birt.70053>
- Mucuk, Ö., & Özkan, H. (2021). Travmatik doğum eylemi ve ebelik bakımı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 30(4), 218–225.
- Olza, I., Uvnäs-Moberg, K., Ekström-Bergström, A., Leahy-Warren, P., Karlsdóttir, S. I., Nieuwenhuijze, M., Villarme, S., Hadjigeorgiou, E., Kazmierczak, M., & Spyridou, A. (2020). Birth as a neuro-psycho-social event: An integrative model of maternal experiences and their relation to neurohormonal events during childbirth. *PLOS ONE*, 15(7), e0230992. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230992>

- Pidd, D., Newton, M., Wilson, I. M., & East, C. (2023). Optimising maternity care for a subsequent pregnancy after a psychologically traumatic birth: A scoping review. *Women and Birth*, 36(5), e471–e480. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2023.03.006>
- Uddin, N., Ayers, S., Khine, R., & Webb, R. (2022). The perceived impact of birth trauma witnessed by maternity health professionals: A systematic review. *Midwifery*, 114, 103460. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2022.103460>
- Wang, Y., Liu, C., Sun, Y., Yuan, Y., & Chen, L. (2025). The mediating role of coping style in the relationship between fear of childbirth and psychological birth trauma among natural childbirth women in China: A structural equation model analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 25(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12884-024-07063-2>
- Watson, K., White, C., Hall, H. G., & Hewitt, A. (2021). Women's experiences of birth trauma: A scoping review. *Women and Birth*, 34(5), 417–424. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2020.09.016>
- Zedan, H. S. (2025). A systematic review of birth trauma in the Middle East. *BMC Women's Health*, 25(1), 468. <https://doi.org/10.1186/s12905-025-04034-1>

Ailenin Yapısal Değişimi Üzerine Bir İnceleme: Sosyal Hizmet Perspektifinden Bir Değerlendirme

A Study on the Structural Change of the Family: An Evaluation from the Social Work Perspective

Emine ATAMAN, emineataman08@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6057-7499

Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Borçka Acarlar MYO, Sosyal Hizmet ve Danışmanlık, Artvin, Türkiye

Makale Bilgisi / Article Information

Atf (Citation): Ataman, E. (2026). Ailenin Yapısal Değişimi Üzerine Bir İnceleme: Sosyal Hizmet Perspektifinden Bir Değerlendirme *Şırnak Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 44-59.

Geliş Tarihi (Submission Date)	17.07.2026
Kabul Tarihi (Acceptance Date)	23.07.2026
Yayın Tarihi (Publication Date)	31.07.2026
Makale Türü (Article Type)	Derleme Makale (Review Article)
Değerlendirme (Peer-Review)	Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem (Double Anonymized / At Least Two External)
Etik Beyan (Ethical Statement)	Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. (This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references).
Yapay Zeka Kullanımı (Use of Artificial Intelligence)	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde yapay zeka tabanlı herhangi bir araç veya uygulama kullanılmamıştır. Çalışmanın tüm içeriği, yazar(lar) tarafından bilimsel araştırma yöntemleri ve akademik etik ilkelere uygun şekilde üretilmiştir. (No artificial intelligence-based tools or applications were used in the preparation of this study. All content of the study was produced by the author(s) in accordance with scientific research methods and academic ethical principles.)
Benzerlik Taraması (Plagiarism Checks)	Evet (Yes) –Turnitin.
Çıkar Çatışması (Conflicts of Interest)	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir. (The author(s) has no conflict of interest to declare).
Yazar Katkı Oranı (Author Contribution Rate)	Yazarların çalışmaya katkıları eşit orandadır. (Authors contributed equally to the study)
Etik Beyan Adresi (Complaints)	susbd@sirnak.edu.tr
Finansman (Grant Support)	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır. (The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research).
Telif Hakkı ve Lisans (Copyright & License)	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC-ND lisansı altında yayımlanmaktadır. (Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC-ND).

Ailenin Yapısal Değişimi Üzerine Bir İnceleme: Sosyal Hizmet Perspektifinden Bir Değerlendirme

ÖZET

Bu çalışmanın konusunu ailenin yapısal değişimi ve değişen aile biçimleri oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı, Türkiye’de aile kurumunun geçirdiği yapısal ve işlevsel dönüşümü demografik göstergeler ışığında ortaya koymak ve bu dönüşüm karşısında sosyal hizmet mesleğinin üstlenebileceği rol ve sorumlulukları tartışmaktır. Bu doğrultuda çalışma, geleneksel aileden ne ölçüde bir kopuş yaşandığı, hangi alternatif yaşam biçimlerinin ortaya çıktığı ve bu değişimlerin nedenleri ile sonuçlarının neler olduğu sorularına yanıt aramaktadır. Yöntem olarak çalışma, ulusal (TÜİK) ve uluslararası (Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler) istatistiki veri kaynakları ile ilgili literatürün derlenmesine ve karşılaştırmalı bir analize dayanan betimsel bir derleme niteliği taşımaktadır. Çalışma sonucunda çekirdek ailenin hâlâ baskın aile biçimi olduğu, evlenen çift sayısının azaldığı, evlilik yaşının yükseldiği, doğurganlık hızı ve nüfus artış hızının düştüğü, buna karşın boşanma sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Bu göstergeler çerçevesinde ailenin değişen önemi tartışılmıştır. Sosyal hizmet mesleğinin mikro, mezzo ve makro düzeydeki müdahale imkânları temelinde aile ve topluma yönelik üstlenebileceği misyon, rol ve sorumluluklara da dikkat çekilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda aile destek politikalarının güçlendirilmesi ve sosyal hizmet müdahalelerinin aile odaklı bir yaklaşımla genişletilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler:

Aile, Ailenin Yapısal Değişimi, Boşanma, Evlilik, Sosyal Hizmet

A Study on the Structural Change of the Family: An Evaluation from the Social Work Perspective

ABSTRACT

This study addresses the structural change of the family and changing family forms. Its aim is to reveal the structural and functional transformation of the family institution in Türkiye in light of demographic indicators and to discuss the roles and responsibilities the social work profession may assume in response to this transformation. Accordingly, the study seeks answers to the extent of the break from the traditional family, which alternative lifestyles have emerged, and the causes and consequences of these changes. Methodologically, the study is a descriptive review based on national (TurkStat) and international (World Bank, United Nations) statistical data together with a comparative analysis of the related literature. As a result, it has been revealed that the nuclear family is still dominant, the number of marriages is decreasing, the age of marriage is increasing, fertility and population growth rates are decreasing, and the number of divorces is increasing. Within the framework of these indicators, the mission, roles and responsibilities that the social work profession can undertake toward the family and society at the micro, mezzo and macro levels of intervention are discussed. In line with these findings, it is recommended that family support policies be strengthened and that social work interventions be expanded through a family-centered approach.

Keywords:

Family, Divorce, Marriage, Structural Change of the Family, Social Work

Giriş

Aile, toplumsal yaşamın merkezinde yer alan ve bireyin toplumsallaşmasında, değerlerin kuşaklar arasında aktarılmasında ve sosyal düzenin sürdürülmesinde temel işlevler üstlenen bir sosyal kurum olmayı sürdürmektedir (Alp, 2024). Bununla birlikte, ailelerin bu işlevleri yerine getirme biçimleri ve ortaya çıkan sonuçlar toplumsal, ekonomik ve kültürel koşullara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle aileler, bir toplumdaki süreklilik ve değişimin anlaşılmasında önemli bir sosyal çerçeveyi temsil etmektedir. Aile, insanların mutluluk ve güvenlik aradığı, günlük yaşamlarını birlikte organize ettiği ve birbirlerini savunduğu özel bir yaşam organizasyonudur, aynı zamanda kolektif ve bireysel hedeflere hizmet eden merkezi bir sosyal kurum olarak varlığını sürdürmektedir. Ailenin toplum içindeki bu misyonu ve bireyler açısından sahip olduğu fonksiyonel yapı, ailenin devlet tarafından korunması, desteklenmesi ve geliştirilmesi gerekçesini ortaya çıkarmıştır. Nitekim Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın Sosyal ve Ekonomik Haklar ve Ödevler başlığı altında yer alan ve 3 Ekim 2001 tarihli ve 4709 sayılı Kanun ile güncellenen 41. maddesinde "Aile, Türk toplumunun temelidir ve eşler arasında eşitliğe dayanır. Devlet, ailenin huzur ve refahı ile özellikle ananın ve çocukların korunması ve aile planlamasının öğretimi ile uygulanmasını sağlamak için gerekli tedbirleri alır, teşkilâtı kurar" hükmüyle devletin aile konusundaki yükümlülükleri açıkça düzenlenmiştir (T.C. Anayasası, 1982, md. 41). Bu düzenleme devlete önemli sorumluluklar yüklemekle birlikte, ailenin kendi üyelerine karşı sorumluluklarının da bu çerçevede göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Aile, bir yönüyle ulusun temel bir uzantısı olarak değerlendirilmektedir (Alp, 2024). Ayrıca devlet, ailenin huzur ve güvenliğini anayasal olarak güvence altına almış; kurduğu kurumlar aracılığıyla evlilik kurumunu da özel koruma altına almıştır. Bunun nedeni, ailenin yalnızca toplumun değil, aynı zamanda devletin de temel çekirdeği olarak kabul edilmesidir (Alp, 2024). Bu çerçevede aile, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde korunması gereken temel bir değer olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye'nin başat kurumlarından biri olan aile kurumu değişen toplumsal koşullarla beraber sık sık tartışma konusu olmaktadır. Sosyal yapı, nüfusun temel demografik yapısını, eğitim, gelir ve meslek gibi merkezi kaynakların dağılımını, sınıflara ve katmanlara göre yapıyı, sosyal çevreleri ve yaşam tarzlarını, aynı zamanda ülkedeki yaşam akışını sosyolojik olarak karakterize etmektedir. Bu nedenle aile ve sosyal yapı arasında güçlü ve yakın bağlantılar vardır. Bu bağlantılar nüfusun temel demografik dağılımının anlaşılması bakımından önemlidir. Doğum, evlilik ve boşanma, önemli sosyal-yapısal sonuçları olan gerçek aile olaylarıdır (Zapf, 1994, s. 27). Örneğin ailede kaç çocuğun olduğu ve çocukların ne zaman doğduğu gibi durumlar tüm sonuçlarıyla toplumun nüfus yapısını etkilemektedir. Eğitimsizlik, işsizlik, hastalık, emeklilik ve boşanmalar çoğu zaman sosyo-ekonomik bozulmaları da beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan doğurganlığın azalması, evlilik dışı birlikte yaşamaların artması ve bekâr ebeveynlerin oranının artması sosyal yapıyı etkileyen dinamiklerdir. Nitekim Türkiye'de boşanma olgusunun zamansal değişimini inceleyen güncel bir çalışma, kişi başına düşen millî gelir ve okuryazarlık oranı gibi sosyo-ekonomik göstergelerin kaba boşanma hızı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Diler ve Diler, 2022). Bu bulgu, aile içi göstergelerle toplumsal yapı arasındaki bağlantıyı somut biçimde desteklemektedir.

Aile yapısındaki değişimler; evlilik örüntülerinin dönüşmesi, aile istikrarını etkileyen sosyal ve ekonomik faktörlerin çeşitlenmesi ve yeni aile biçimlerinin ortaya çıkmasıyla daha görünür hâle gelmiştir (Özgörenek & Yılmaz, 2024). Ailenin toplumsal yapıyla kurduğu bu çok yönlü bağ, ailenin aynı zamanda bireyler arası ilişkilerin niteliğini de doğrudan şekillendirdiğini göstermektedir. Aile ve toplumsal yapı arasındaki çoklu bağlantılar nedeniyle aileler, toplumun işlevsel farklılaşmasının bir yansıması olarak görülebilir. İlgili literatürde güçlü aile bağlarının çocukların gelişimine olumlu katkı sağladığı ve aile üyeleri arasındaki duygusal desteğin kuşaklararası biçimde aktarıldığı ifade edilmekle birlikte, bu işlevlerin her ailede aynı düzeyde gerçekleşmediği belirtilmelidir. Dolayısıyla ailenin idealize edilmiş bir kurum olarak ele alınmaması gerektiği de vurgulanmalıdır. Bir aile kurmanın gelir ve kariyer fırsatlarını etkilediğine dair değerlendirmeler mevcuttur. Eğitim süresi ne kadar uzarsa ve mesleki talepler ne kadar artarsa iş ve aile hayatını uzlaştırmak da o kadar zorlaşmaktadır. Nitekim ailenin işlevlerindeki bu değişimin bir uzantısı olarak iş ve aile yaşamı arasındaki denge de günümüzde ayrı bir tartışma konusu hâline gelmiştir (Huinink, 2002, s. 54). Bu denge arayışı, ailenin günümüzdeki işlevsel dönüşümünü anlamak açısından önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Aile kurumuna yönelik birçok çalışmanın farklı disiplinlerce yapıldığı görülmektedir. Ailedeki sosyo-ekonomik değişimlerin sosyal bilim alanında çalışılan en eski konuların başında geldiği belirtilmektedir (Abay ve Atila Demir, 2014). Bu köklü araştırma geçmişine paralel olarak ailede yaşanan değişimleri temel alan birçok derinlikli çalışma yürütülmüştür (Abay ve Atila Demir, 2014; Abudureyimu ve Hu, 2019; Akbaş ve Dursun, 2020; Gürsu, 2015; Güzelyurt ve Özkan, 2018; Hatipler, 2023). (Kaynaklar, APA 7 kuralına uygun biçimde yazar soyadına göre alfabetik sıraya konulmuştur.) Günümüzde ailenin birçok değişime maruz kaldığı ve aileye yönelik birçok tehdidin yaşandığı bilinmektedir (Gürsu, 2015). Bu çalışmanın amacı da tam olarak bu noktadan hareketle bu koşullarda ailenin gelişim süreci nasıldır, aileye atfedilen anlam ve verilen önem değişmekte midir, bu değişimlerin neden ve sonuçları nelerdir, ailedeki yapısal ve işlevsel değişimler nelerdir, bu değişimlerin ailede çocuk sahibi olma isteği üzerindeki etkileri nelerdir ve sosyal hizmetin aile yapısındaki değişime yönelik misyonu nedir sorularına yanıt aramaktır. Bu sorularla aile yapısındaki değişimler irdelenerek eleştirel bir bakışla tartışılmaktadır. Bu irdelemeler, ailenin temel işlevleri arasında sayılan neslin devamını sağlama, koruma,

toplumsallaşma, sevgi ve arkadaşlık ile toplumsal statünün sağlanması gibi faktörlere daha geniş bir perspektiften bakmayı sağlayabilecektir.

Son yıllarda aile yapısındaki dönüşümün yalnızca demografik göstergelerle sınırlı olmadığı; dijitalleşme, ekonomik belirsizlikler, toplumsal cinsiyet rollerindeki değişim, göç hareketleri ve yaşlanan nüfus gibi çok boyutlu dinamiklerden etkilendiği vurgulanmaktadır. Güncel araştırmalar, evlilik yaşının yükselmesi, doğurganlık oranlarının azalması ve tek kişilik hanelerin artmasının aile politikalarının yeniden ele alınmasını gerekli kıldığını göstermektedir (OECD, 2024; United Nations, 2024; Türkiye İstatistik Kurumu, 2025b).

1. Yöntem

Bu çalışma, anlatısal derleme yaklaşımıyla hazırlanmıştır. Derleme sürecinde aile yapısındaki değişim, evlilik, boşanma, doğurganlık, nüfus değişimi ve sosyal hizmet konularına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Literatür taramasında Google Scholar, TR Dizin ve Web of Science veri tabanlarından yararlanılmış; ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler (United Nations) ve Dünya Bankası tarafından yayımlanan güncel istatistiksel veriler değerlendirilmiştir. Çalışmaya özellikle son yıllarda yayımlanan araştırmalar dâhil edilmekle birlikte konunun kuramsal temelini oluşturan klasik çalışmalardan da yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular betimsel ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla analiz edilerek sosyal hizmet perspektifi çerçevesinde yorumlanmıştır.

1.1. Ailenin Yaşam Boyu Gelişimi

Aile terimi, “famulus” (hizmetkâr) kelimesinden kolektif bir oluşum olarak Latince “familia” kelimesinden gelmektedir. Aile, öncelikle ebeveyn-çocuk ilişkisi olmak üzere yakın aile ilişkileriyle karakterize edilen sosyo-biyolojik bir birim olarak tanımlanır (Peuckert, 1996, s. 29). Bir diğer ifadeyle aile, toplum üyelerinin biyolojik ve sosyal olarak yeniden üretilmesi temel görevini üstlenir. Aile kavramı özel bir birliktelik, destek ve dayanışma duygusuyla karakterize edilir. Bir çiftin tanışmasının ardından geleneksel aile döngüsü, erkeğin ailenin maddi temelini sağlayabildiği andan itibaren evlilik yoluyla kendi hanesini kurmasıyla başlar. Bir sonraki aşama, ilk çocuğun doğumu (aile oluşumu) ve ardından ikinci ve daha fazla çocuğun doğumu (aile genişlemesi) ile karakterize edilmektedir. Çocuklar büyüdükten sonra yavaş yavaş ebeveynlerinin evini terk ederler. Ebeveynler, son çocuk da evlerinden taşındığında ebeveynlik sonrası aşamaya (boş yuva aşaması) girerler (Huinink, 2009). Çocukların ebeveynlerinin evinden ayrılması veya evlenmesi, çocuk neslinde aile döngüsünün başlangıcını işaret etmektedir. Bu şekilde aile aşamaları bir nesilden diğerine sorunsuz bir şekilde aktarılmaktadır.

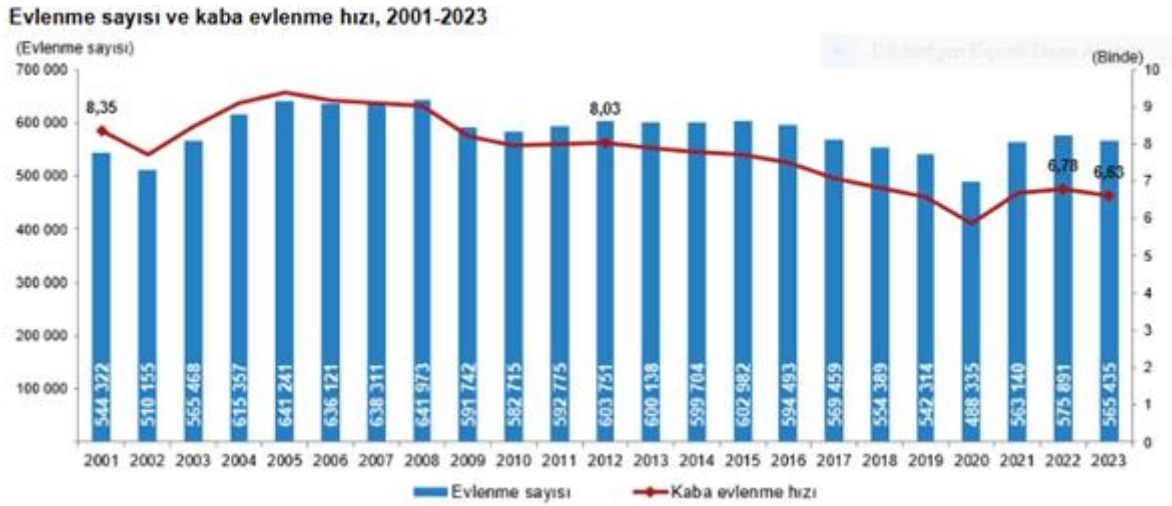
Ailenin tarihsel sürecine bakıldığında sanayi öncesi dönemden modern aileye kadar bir değişim yaşandığı görülmektedir. 18. yüzyıla kadar ve kısmen 19. yüzyıla kadar dünya nüfusunun %90’ından fazlası küçük köylerden, toprak ve mülklerden oluşmaktaydı. Bunlar nispeten basit tarım ve zanaat ekonomisi biçimleriyle karakterize edilmekteydi. Bu bakımdan aile, sosyal, hukuki, politik ve ekonomik bir birimi temsil eden bir oluşum olarak kabul görmekteydi. Baskın olan aile biçimi genellikle üç kuşaktan (büyükanne ve büyükbaba, ebeveynler, çocuklar) oluşmaktaydı. Aile, dönemin baskın toplumsal normları çerçevesinde ideal sosyal ilişki türü olarak kabul edilmekteydi ve genellikle ataerkil bir şekilde yapılandırılmıştır. Bu durum, evin reisinin geniş yetkilere sahip olduğu anlamına gelmekteydi (Bolz, 1975, s. 43). Sanayi devriminden önce bile iş ile ev arasında bir ayrım vardı. Bu ayrım, erkeklerin rolü ile kadınların rolü arasında daha keskin bir ayrım yapılmasına yol açtı: erkek aile dışındaki iş dünyasında ve siyasette uzmanlaşırken, kadın yalnızca ev idaresi ve ebeveynlik görevlerini üstlenmekteydi (Nave-Herz, 2010, s. 41). Sanayi devrimi sonrasında aile yapısında ve biçiminde büyük değişimler yaşanmıştır. Bu değişimin bir parçası olarak ve karşılıklı etkileşim sonucunda kentleşme süreci hız kazanmış, aileler bir fabrikada çalışmak amacıyla şehirlere göç etmiştir. Ancak aileyi geçindirebilmek için yalnızca erkeğin değil, çoğu zaman eşlerin ve hatta çocukların da çalışma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Tüm bu gelişmelerin sonucunda aile hayatı ikinci planda kalarak çoğu ailenin maddi durumunun kötü olması nedeniyle aile büyüklüğü de azalmıştır. Ancak refah seviyesinde gelişmeler ilerledikçe bu ailelerin ekonomik durumları da paralel bir şekilde düzelme/iyileşme göstermiştir (Bolz, 1975, s. 44). Bu süreç, sanayi toplumunun aile yapısı üzerindeki dönüştürücü etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Her toplumun aile yapısı kendine özgü nitelikler taşımaktadır ve bu aileler de kendi içinde farklılıklar göstermektedir. Yine de ailelerin bazı evrensel değerlere sahip olduğuna yönelik bir anlayış hâkimdir. Kongar’ın (2007) da vurguladığı gibi bu evrensel özellikler şu şekilde sıralanabilir: her ailenin küçük bir sosyal sistem oluşturması, kendine özgü ilke ve kültürel değerlere sahip olması, temel bazı işlevleri yerine getirmesi, kendine özgü bir yapıya sahip olması ve benzer yaşam döngüsü aşamalarından geçerek evrelerini tamamlaması sayılabilir (Kongar, 2007). Ailelerin sahip olduğu evrensel niteliklerin yanı sıra ailelerin form ve işlevlerine yönelik genel bir sınıflandırma da söz konusudur. Buna göre (Hirschel, 2001), ailede eş sayısı önemli bir belirleyicidir: tek eşlilik yalnızca bir eşe izin verilen aile biçimini ifade ederken, çok eşlilikte birden fazla eşe izin verilmektedir. Bir diğer belirleyici faktör aile büyüklüğüdür. Çekirdek aile terimi evli ve çocuklu çifti ifade ederken, geniş aile akrabaları ve ev halkını da kapsayan aile tipini temsil eder. Ailede iktidarın kimde olduğu da önemli bir ölçüttür: ataerkil ailede erkek otorite figürüdür, anaerkil ailede ise sorumluluk kadındadır. Günümüzün refah toplumunda ise erkek egemenliğinin görece zayıfladığı yarı ataerkil aile biçimine sıklıkla rastlanmaktadır. Aile türü bakımından köken ailesi (bir kişinin doğduğu aile) ile üreme ailesi (kişinin kendisi için kurduğu aile) arasında bir ayrım yapılmaktadır. Kurumsal aile ise toplumla bütünleşmiş geleneksel aileyi ifade eder. İşlevleri açısından değerlendirildiğinde aile. Üreme (topluma yeni üyeler

kazandırma ve çocukların bakımını üstlenme), sosyalleşme (bireyin toplum tarafından şekillendirilmesi), ev/hane (aile üyelerine yaşamsal ihtiyaçların temini), üretim/tüketim, yerleştirme (her üyeye belirli bir konum tahsis etme), rejenerasyon (fiziksel ve psikolojik rahatlatma sağlayan aile ritüelleri) ve bakım/koruma (geleneksel toplumda aile üyelerince, günümüzde ise giderek devlet tarafından üstlenilen hizmetler) gibi çok sayıda işlevi bünyesinde barındırmaktadır. Tarihsel süreç içerisinde ailelerin form ve işlevlerine bakıldığında ciddi değişimlerin yaşandığını söylemek mümkündür. Sanayi öncesi dönemden modern aileye kadar yaşanan değişimlerin hem doğrudan hem de dolaylı yönden ailenin önemine yansıdığı görülmektedir.

1.2. Ailenin Öneminin Değişmesinin Nedenleri

Ailenin değişimine katkıda bulunan göstergeleri ele almak için evliliğe yüklenen anlamın ne ölçüde değiştiğine, evliliğin mevcut anlamına ve evlilikte yaşanan anlam kaybına bakmakta fayda vardır. Günümüzde aile yapıları değişmekte ve buna paralel olarak bir arada yaşama biçimleri de değişmektedir. Toplumdaki evlilik algısı, toplumsal dönüşümlerle beraber anlamını yitirme eğilimine girmiştir (Erkol, Şahin ve Avcı, 2021). Değişen sosyal ve ekonomik koşullar aile sistemi üzerinde büyük bir etki yaratmıştır. Söz konusu etkilerin evlenme istatistiklerine de yansıdığı görülmektedir. Aşağıda yıllara göre evlenme istatistiklerini gösteren bir grafik paylaşılmıştır.

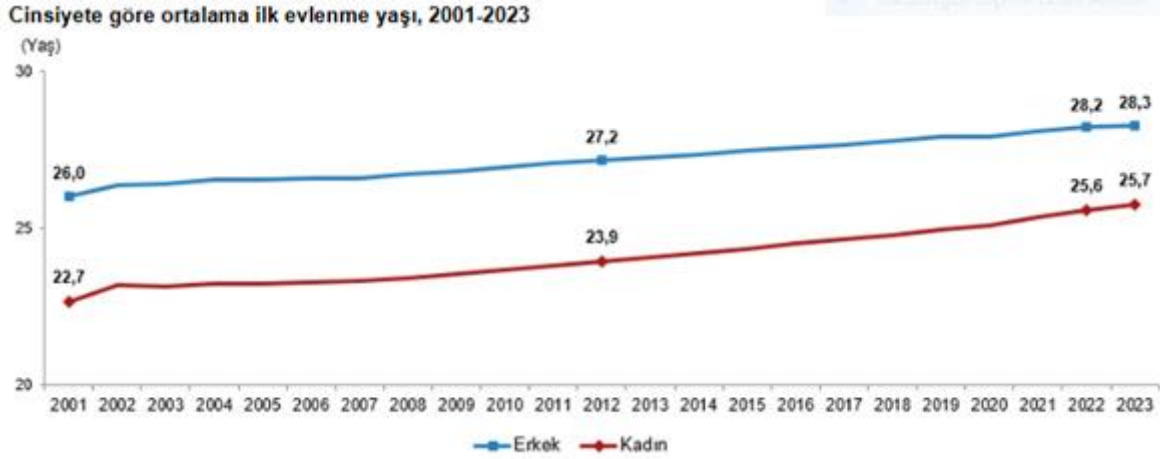


Şekil 1. Evlenme Sayısı ve Kaba Evlenme Hızı İstatistikleri

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre (Şekil 1) Türkiye’de evlenme sayısı gittikçe düşüş göstermektedir. 2010 yılında evlilik sayısı 582,7 bin iken 2023 yılında 565,4 bine gerilemiştir. 2001-2023 yıllarını kapsayan 22 yıllık süreç içerisinde kaba evlenme hızında ciddi bir düşüş olduğu görülmektedir (TÜİK, 2024b). Günümüzdeki yaşam tarzlarına bakıldığında ailenin tekelinin kaybindan söz edilemeyeceği çekirdek aile hâlâ baskın aile biçimidir. Ancak bu durum giderek “yeni” yaşam biçimlerine doğru evrilmektedir. Ailede geniş aile modelinin çekirdek aile modeline evrilmesi ve çekirdek ailenin de çözülmeye/azalmaya başlaması, gelecekteki aile yapısının nasıl olacağı sorusunu gündeme getirmektedir. TÜİK verilerine göre doğum oranlarındaki düşüşle birlikte hanehalkı büyüklüğü de azalmıştır (TÜİK, 2024a). Evlilik dışı birliktelikler olgusuna bakıldığında evlilik belirli ihtiyaçları karşılama zorunluluğunu yitirdiğinden ve dolayısıyla artık tek başına bir “kazanım” anlamına gelmediğinden, evlilik dışı birlikteliklerde bir artış yaşanmaktadır. Bu artışın bir diğer nedeni partner seçiminde değişen davranışlardır (Barley, 1977, s. 128). Söz konusu kuramsal çerçeve, Batı toplumlarına ilişkin klasik aile sosyolojisi yazınına dayanmakla birlikte, güncel Türkiye verileriyle de büyük ölçüde örtüşmektedir (TÜİK, 2024b). Geçmişte insanlar öncelikle gelenek ve ekonomik nedenlerden dolayı evlenmekteyken günümüzde sevgi bağı üzerine kurulu evlilikler ön plana çıkmıştır. Evlilik dışı birlikteliğin bir diğer nedeni ise yaşam tarzındaki değişime ve artan boşanma sayısına bağlanmaktadır. Evli olma durumunun getirdiği sorumlulukları zorluk olarak gören bireyler, bu sorumluluktan kaçınmak amacıyla evlilik bağı olmadan yaşamlarını sürdürmeyi tercih etmektedir (Subaşı, 2014, s. 107). Bu eğilim, evliliğe yüklenen anlamın zaman içinde nasıl değiştiğini somut biçimde yansıtmaktadır.

Çocuk doğurma oranındaki değişime değerlendirildiğinde geçmişte çocuksuzluğun genellikle tıbbi bir sorundan kaynaklandığı düşünülmekteyken, günümüzde bu durum giderek daha çok tercih edilen bir yaşam biçimi hâline dönüşmüştür (Sakman, 2021). Bu tür aile yapılarında çocuk sahibi olmanın kaçınılmaz olması gerekmemekte ve çocuklar artık bir ailedeki en önemli unsur olma konumundan uzaklaşmaktadır. Tek ebeveynli ailedeki artış da öncelikle boşanmaların, evlenmemiş annelerin ve dul ebeveynlerin sayısının artmasından kaynaklanmaktadır. Tek ebeveynlik, toplum için bireysel bir yaşam biçimini de temsil etmektedir. Ancak “bekâr annelerin” çoğunlukla düşük gelir grubuna ait olduğu görülmekte ve çoğunlukla sosyal yardım almaktadırlar. Yalnız yaşamak, bekâr yaşamak olarak kabul edilmekte ve bireysel bir yaşam tarzının ifadesi olarak görülmektedir. Diğer nedenler arasında nispeten uzun eğitim süreleri ve evlenme eğiliminin azalması gibi faktörler yer almaktadır (Barley, 1977, ss. 129-130). Evliliğin öneminin azalmasına ilişkin bir diğer gösterge olarak evlenme yaşındaki artış öne sürülmektedir. Ancak bu artışın tek başına evliliğin öneminin azaldığı biçiminde yorumlanması ölçülü olmayabilir, zira TÜİK verilerine göre evlilik yaşındaki yükselişin önemli bir kısmı eğitim süresinin

uzamasıyla da ilişkilendirilmektedir. Günümüzde evlilik dışı birliktelikler ağırlıklı olarak eski “normal” ailenin işlevlerini üstlenmektedir. Bu durumun evlilik yaşının artmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Evlilik yaşının artışı gösteren şekil aşağıda paylaşılmıştır.



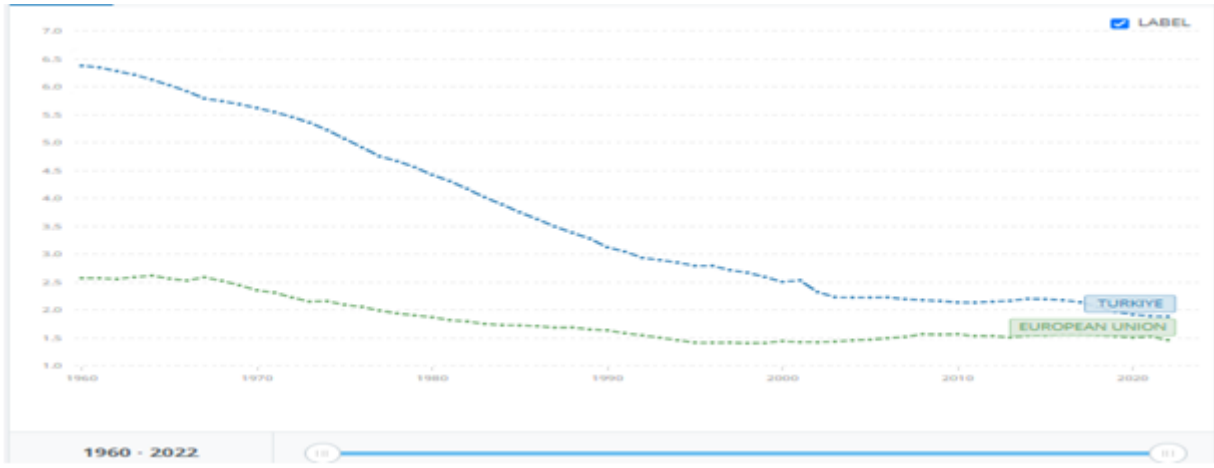
Şekil 2. Evlenme Sayısı ve Kaba Evlenme Hızı İstatistikleri

TÜİK ortalama evlilik yaşı verilerine göre (Şekil 2) 2001 yılında kadınlar ortalama 22,7 yaşında evlenirken erkekler için bu yaş 26 olarak görülmüştür. 2023 yılında ise ortalama evlenme yaşı kadınlarda 25,7'ye, erkeklerde 28,3'e yükselmiştir (TÜİK, 2024b). Görüldüğü üzere evlenme yaşı geçmiş yıllara nazaran artmış durumdadır. Diğer bir açıdan bireyselleşme faktörü ile ailenin önemi arasında bir ilişki kurulabilir. Günümüzün bireyselleşme kavramı, herkesin kendi yaşam planını kendisinin çizmesi üzerine kuruludur. Bireyselleşmenin kökeni sanayileşmeye dayanmaktadır. İnsanlar ailelerinden ayrılarak kentlere göç etmiş ve fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Modern toplumdaki iyileşmeler, özgürleşme ve eğitim seviyesinin yükselmesi gibi faktörler de bireyselleşmede bir artışa yol açmıştır (Szydlık, 2007). Aile ve geleneksel değerler toplumsal konumlarını bir ölçüde kaybederken, kendini gerçekleştirme ve kendini geliştirme değer kazanmıştır. İnsanlar yalnızca kariyer seçimini değil aynı zamanda aile ve boş zaman aktivitelerini de kendileri belirlemeye başlamıştır. Bu bireyselleşme sürecinin olası bir sonucu olarak ailenin geleneksel güven/güvenlik anlayışının da zayıfladığı ileri sürülmektedir (Hirschel, 2001). Günümüzde 2020'li yıllar itibarıyla insanlar aileleri kadar sağlık sigortası veya emeklilik sigortası gibi devlet kurumları tarafından da desteklenmektedir. Bu durum, bireyselleşme ile kurumsal güvence arayışının eş zamanlı ilerlediğine işaret etmektedir.

Bireyselleşme gibi özgürleşme de sanayileşmeye dayanmaktadır. Kadının özgürleşmesi, bireyselleşme gibi aile yapısının değişiminde bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Aydın, 2014, s. 92). Geçmişte kadınların evlilik ve aile dışında yaşamlarını sürdürme fırsatları görece sınırlıydı. Kadın hareketiyle beraber modern teknoloji ve buna bağlı olarak ev işlerinde azalma, çalışma sayesinde yaşam fırsatlarının artması, çocuk yetiştirmenin yaşamın bir parçası hâline gelmesi önemli bileşenler olmuştur. Cinsiyete dayalı rol dağılımının önemi azalmış, ev işleriyle erkekler de ilgilenmek durumunda kalmıştır. Doğum kontrolünde farklı seçenekler sayesinde insanlar hayatlarını kontrol altına alabilmektedir. Hızlı kentleşmenin kadın ve erkek rollerinde dönüşüm getirdiği görülmektedir. Kadınların kentlerde daha fazla çalışma yaşamında yer alması buna bir örnektir (Aydın, 2014, s. 92). Son yıllarda kadınlar için eğitim, öğretim ve çalışma alanında giderek daha fazla fırsat eşitliği yaşanmıştır. Bu çok boyutlu faktör ve dönüşümler neticesinde aileye atfedilen anlam ve gösterilen önemde de ciddi değişimler yaşanmıştır. Dolayısıyla ailenin form ve işlevleri de bu süreçten etkilenecek yeni bir forma dönüşmüştür.

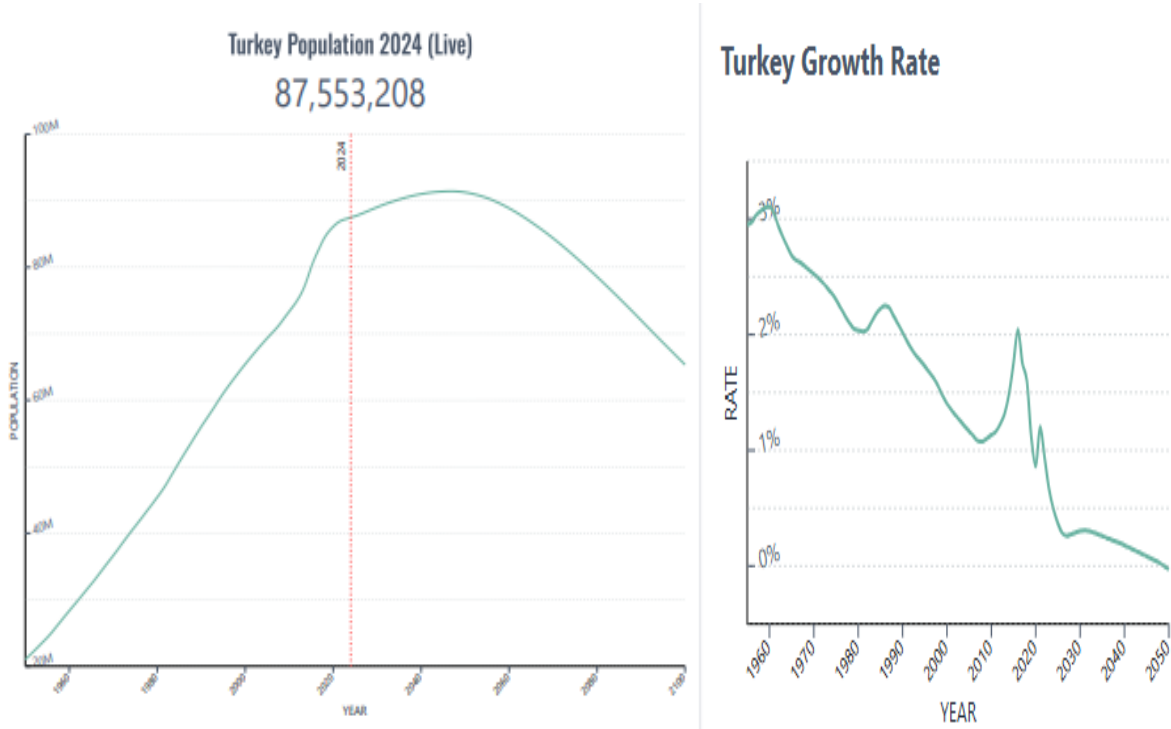
1.3. Ailenin Değişen Önemi ve Sonuçları

Aileye gösterilen önemin azalması birtakım sonuçları beraberinde getirmektedir. Doğum oranlarındaki düşüş, ailede en çok tartışılan ve en önemli gelişmelerden biri olmuştur. Özellikle çok çocuklu ailelerin sayısının azalması ve çocuksuz evliliklerin artması dikkat çekmektedir. Türkiye'deki doğum oranlarına 2001 ile 2023 yılları arasındaki 22 yıllık süreçte bakıldığında önemli ölçüde düşüş yaşandığı görülmektedir. Türkiye'de 2001 yılında toplam doğurganlık hızı 2,38 çocuk iken 2023 yılında bu sayı 1,51'e gerilemiştir. Bu rakam, nüfusun yenilenme düzeyi olan 2,10'un altında kalmaktadır. Türkiye'deki iller arası karşılaştırmaya göre toplam doğurganlık hızında Şanlıurfa 3,27 ile en yüksek, Bartın 1,13 ile en düşük seviyededir (TÜİK, 2024a). Aşağıda kadın başına düşen doğurganlık oranlarına ilişkin bir grafik paylaşılmıştır.



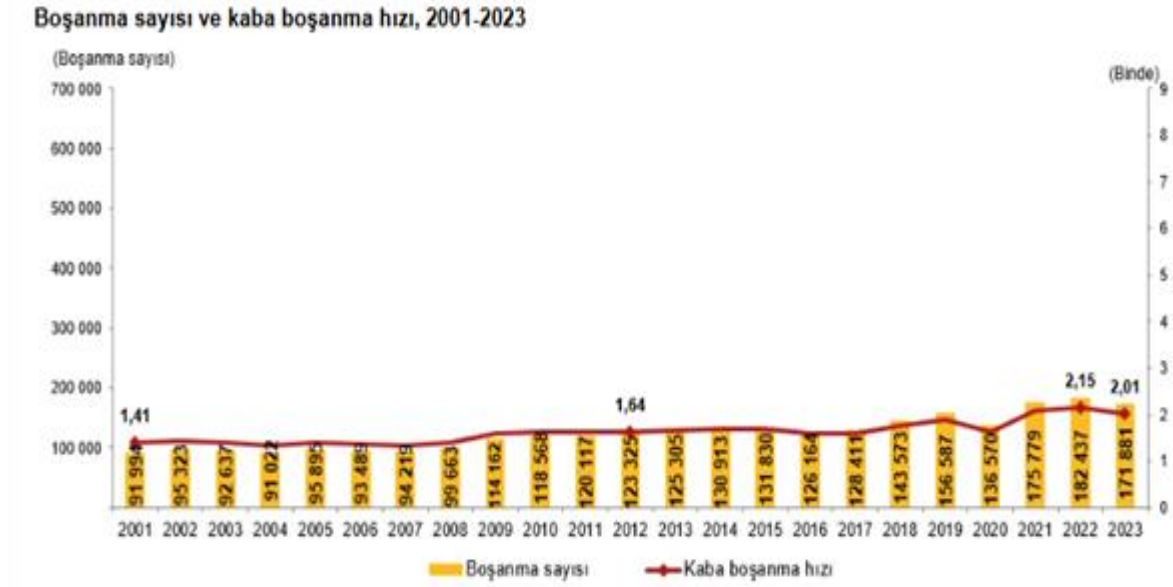
Şekil 3. World Bank Data-2024 Kadın Başına Düşen Doğurganlık Oranı

Şekil 3'te görüldüğü üzere Türkiye'de doğum oranlarının hızlı bir şekilde düştüğü anlaşılmaktadır. Avrupa ülkelerinin ortalamalarıyla kıyaslandığında 2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin doğum oranı 1,9 iken Avrupa Birliği'nin 1,5 seviyesinde kaldığı görülmektedir. Nüfusun kendini yenileme oranının 2,1 olduğu bilinmektedir (Kurtkapan, 2019) ve bu verilere göre Türkiye'de demografik dönüşüm beklenenden daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Doğum oranlarındaki bu düşüş Türkiye'nin nüfus projeksiyonlarına da yansımaktadır. Aşağıdaki grafik Türkiye nüfusunun gelişim ve büyüme hızını göstermektedir.



Şekil 4. World Population Review (2025a). Türkiye Nüfusu Büyüme Hızı

Şekil 4'te görüldüğü üzere nüfus artış oranı %1,09 olmakla birlikte bu oran her geçen yıl düşüş göstermektedir. Projeksiyonlara göre 87 milyon 553 bin kişi olan mevcut nüfusun 2059 yılında zirve yaparak 97 milyona ulaşması, sonraki yıllarda ise düşüşe geçmesi beklenmektedir (World Population Review, 2025a). Doğumların azalmasına neden olan bireysel faktörlere bakıldığında birçok durumun etkili olduğu ve bu faktörler arasında karşılıklı bir ilişki bulunduğu dikkati çekmektedir. Örneğin günümüzde çocuk artık bir "ekonomik varlık" olarak görülmemektedir. Geçmişte çocuklar kısa sürede aile ekonomisine olumlu bir katkı sağlayabilmekteyken günümüzde bu durum söz konusu değildir. Birçok çift maddi açıdan kendilerini güvence altına almak için ilk doğumlarını birkaç yıl ertelemek istemektedir. Doğum oranındaki düşüşte etkili olan bir diğer faktör kadınların eğitim durumudur. Doğum oranlarındaki düşüş kadınların eğitim düzeyinin artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Diğer bir açıdan bazı çiftler çocuk sahibi olmayı yaşam standartlarına yönelik bir tehdit veya yaşam kalitesinde bir düşüş olarak değerlendirmektedir (Szydlık, 2007, s. 79). Özellikle gençler çocuk sahibi olmayı düşünmeden önce kendi hayatlarını yaşamak, iş ve kariyer yaşamlarına odaklanmak istemektedir. Boşanma oranları da ailenin öneminin azaldığına dair bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda dikkat çekici bir artış izlenmektedir. Bu duruma ilişkin grafik aşağıda paylaşılmıştır.



Şekil 5. TÜİK-2024 Yılı Boşanma Sayısı ve Kaba Boşanma Hızı

Şekil 5'te görüldüğü üzere 2023 yılı TÜİK verilerine göre boşanma sayısı 173 bin 881 kişidir. Bu sayı 2001 yılında 91 bin 994, 2012 yılında ise 123 bin 325 olarak görülmektedir (TÜİK, 2024b). Güncel verilere göre 2024 yılında boşanan çift sayısı 187 bin 343'e, kaba boşanma hızı ise binde 2,19'a yükselmiştir (TÜİK, 2025a). Dolayısıyla son yirmi yılı aşkın süreçte boşanmaların istikrarlı bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Konuyla ilişkili diğer istatistiki verilere bakıldığında evliliklerin önemli bir kısmının ilk 4-5 yıl içinde boşanmayla sonuçlandığı görülmektedir. TÜİK verilerine göre 2023 yılında Türkiye'de boşanmaların %33,4'ü evliliğin ilk beş yılı içerisinde, %21,7'si ise evliliğin 6-10. yılları arasında gerçekleşmiştir. Evliliğin 20. yılından sonra gerçekleşen geç boşanmaların oranında da büyük bir artış görülmektedir (TÜİK, 2024b). Nitekim güncel çalışmalar, 50 yaş ve üzerindeki bireylerde görülen boşanma sayısının da düzenli bir artış eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır (Diler ve Diler, 2022). Türkiye'de 21. yüzyılın başlarına kadar toplumun yapısında var olan bazı norm, değer ve yaklaşımlar boşanma vakaları önünde önemli bir bariyer görevi görmüştür. Güçlü aile bağları, dini inançlar, boşanmış bireylere (özellikle kadınlara) yönelik olumsuz algılar ve aile içi sorunların aile içinde çözülmesi gerektiği yönündeki yaklaşımlar bir açıdan boşanmaları sınırlandırmıştır. Evlenmek ve evli kalmak önemli bir gelenek olarak yaşam bulmuş, boşanan çiftlerin evliliğini sürdüremeyen bireyler olarak değerlendirilmesi de bu süreçte etkili olabilmektedir. Toplumun boşanmalara yönelik olumsuz tutumları ve çocukların anne/babasız kalacağına dair kaygılar da boşanmaları sınırlandırıcı bir rol üstlenmiştir (Taylan ve Danış, 2016). Günümüzde ise bu geleneksel bariyerlerin toplumsal değişim sürecinde eski gücünü büyük ölçüde kaybettiği gözlenmektedir.

Türkiye'de boşanma oranlarını etkileyen faktörleri inceleyen çalışmalar, nüfus artış hızı, kaba evlenme hızı ve yüksek eğitilmiş kişi sayısının boşanma üzerinde pozitif, kaba doğum hızı ve okuma yazma bilmeyen nüfus oranının ise negatif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Başkaya ve Ünal, 2017; Bayrak, 2019; Ersöz, 2011; Koç, 2019). Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde boşanma oranlarını etkileyen faktörlerin başında yaş gelmektedir: 20-25 yaş aralığında evlenen çiftlerde boşanma olasılığı %60 iken, 25 yaşından sonra evlenenlerde bu olasılık %24 olarak ifade edilmektedir. Diğer etkili faktörler arasında eğitim, yaşam tarzı ve dini inançlar sayılmaktadır. Daha yüksek eğitim seviyesi ve güçlü dini inançlar boşanma riskini azaltmaktadır (World Population Review, 2025b). İlgili literatürde ortaya konan bu bulgular, boşanmanın ailenin kurum olarak önceden sahip olduğu yapısından uzaklaşmasıyla ve kişisel tercihe dayalı yeni yaşam seçeneklerinin aranmasıyla ilişkilendirilmektedir. Nitekim geçmişte görmezden gelinebilecek küçük anlaşmazlıklar günümüzde boşanma için yeterli bir gerekçe olarak değerlendirilebilmektedir. Boşanma olgusunun toplumsal kabul düzeyi de bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır (Nave-Herz, 2013). Güncel veriler, toplumun boşanma olgusuna yönelik sosyal kontrolünün zaman içinde azaldığına ve boşanmanın daha geniş kabul gören bir toplumsal olgu hâline geldiğine işaret etmektedir. Bu değerlendirme, boşanan bireylere yönelik bir yargı içermeksizin, yalnızca toplumsal algıdaki değişimi betimlemeyi amaçlamaktadır.

Boşanma, literatürde evlilik içi anlaşmazlıkların hukuki bir çözüm yolu olarak da ele alınmaktadır. Kadınların eğitim düzeyinin ve ekonomik özgürlüklerinin artması, doyum alamadıkları ilişkilerde ayrılma kararı almalarını kolaylaştıran etkenler arasında sayılmaktadır. Ekonomik koşulların ve teknolojik gelişmelerin aile yaşamına sunduğu kolaylıklarla birlikte devlet destekleri yoluyla kadının güvence altına alınması da bir boşanma motivasyonu olabilmektedir (Subaşı, 2014, s. 107). Kent yaşamında ayrılma isteğinin kırsal kesime göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Kadının eğitimi ve istihdamı da diğer bir risk faktörünü oluşturmaktadır. Nitekim eğitim ve gelir düzeyi yükseldikçe boşanma olasılığının da arttığı gerek Almanya örneğinde gerekse Türkiye'ye ilişkin güncel çalışmalarda ortaya konmuştur (Başkaya ve Ünal, 2017; Nave-Herz, 2010, s. 48). Bu bulgular, boşanmanın yalnızca bireysel değil, sosyo-ekonomik boyutları da bulunan çok katmanlı bir olgu olduğunu göstermektedir.

1.4. Ailelerde Yaşanan Yapısal ve İşlevsel Değişimler

Günümüzde sık sık ailelerin işlev kayıplarından söz edilmektedir (Nave-Herz, 2013). Bu durum, aile görevlerinin başka kurumlara devredilmesi olarak da değerlendirilebilir (Huinink, 2002). Değişen toplumsal koşullar sonucunda ortaya çıkan bazı yeni görevlerin yerine getirilmesi için işlevsel parçaların kısmen devredilmesi gerekli bir önkoşuldur. Günümüzde kreş, anaokulu ve okul gibi erken çocukluk eğitim kurumları, ailelerin çocuk bakımı ve eğitime ilişkin bazı sorumluluklarını destekleyen önemli sosyal kurumlar hâline gelmiştir. Özellikle kadınların istihdama katılımının artması, aile yapısındaki dönüşümler ve erken çocukluk döneminin çocuk gelişimindeki öneminin daha fazla anlaşılması, çocuk yetiştirme sürecinde aile ile eğitim kurumları arasındaki iş birliğini artırmıştır. Bununla birlikte ebeveynlik anlayışında meydana gelen değişimler, çocuğun bireyselliğine, özerkliğine ve gelişimsel ihtiyaçlarına daha fazla önem verilmesini beraberinde getirmiştir. Bu süreç, ailenin işlevlerini kaybetmesinden ziyade eğitim, bakım ve sosyalleştirme rollerinin farklı toplumsal kurumlarla paylaşılması şeklinde ortaya çıkan bir dönüşümü ifade etmektedir (OECD, 2024). TÜİK Yapısal bir değişiklik olarak ailede kadınların ve annelerin rolünde de bir dönüşüm/işbölümü yaşanmaktadır. İlgili literatürde ev kadınlığı rolünün bir kısım kadın için toplumsal statü kaybı olarak algılandığı ve özgürleşme fikriyle büyüyen genç kadınların, eşlerinin ev işlerine yeterince katkı sağlamadığı durumlarda hayal kırıklığı yaşadığı ifade edilmektedir (Gezici ve Güvenç, 2003). Kadınlar birliktelikte eşitlik beklemekte, ancak bu beklenti çoğu zaman tam olarak karşılanmamaktadır. Aile içi işbölümü günümüzde birçok ilişkide bir gerilim noktası olmaya devam etmekte. Ancak çoğu durumda cinsiyete özgü rol dağılımının temel eğilimleri hâlâ gözlemlenmektedir.

1.5. Ailelerde Çocuk Sahibi Olma İsteğini Etkileyen Faktörler

Gelişmiş ülkelerde ebeveynler genellikle çocuk sahibi olmaya maddi nedenlerden dolayı değil, çocukların kendilerine duygusal doyum ve neşe getirdiği düşüncesiyle karar vermektedir (Yavuz ve Güllüoğlu, 2019). Ebeveynler tüm odağı çocuğa verebilmek için çocuk sayısını genellikle sınırlı tutmaktadır. İki çocuklu aile, Türkiye’de en çok tercih edilen aile modeli olarak öne çıkmaktadır (TÜİK, 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ailelerin çocukların “niceliğine” değil, birkaç çocuğun “niteliğine” yatırım yaptığı gözlenmektedir. Çocuk sahibi olmadaki motivasyon ve isteklilik, ailenin yapısıyla ilişkili olarak çocuğa atfedilen değeri de göstermektedir (Macit, 2021, s. 34). Bu bakımdan daha başarılı, sağlıklı ve güvenli bir gelecek planı için ailelerin çocuk sayısını bilinçli olarak sınırlı tuttuğu söylenebilir. Bu durum günümüzde çocuğa verilen değerle doğrudan bağlantılıdır. Mevcut doğum kontrol yöntemleri sayesinde insanlar çocuk sahibi olmaktan kaçınabilmektedir. Artan refah seviyesi ve yüksek eğitim, yaşam planlamasında ekonomik çıkarların artmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda insanların ihtiyaçlarının çeşitliliği de artış göstermektedir. Yalnızca çocuk sayısı değil, ailenin ne zaman kurulacağı sorusu da bugün geçmişe göre farklı yanıtlanmaktadır. Nüfusun yoğun kesiminin kentlerde yaşaması, artan millî gelir ve bireylerin eğitim-sağlık hizmetlerine erişebilirliği. Evlenme, çocuk sahibi olma ve yaşlanma konularını da beraberinde getirmektedir (Yavuz ve Güllüoğlu, 2019). Çalışma hayatı, günümüzde kadın ve erkek için giderek daha belirleyici bir yaşam alanı hâline gelmektedir. Daha önce erkeklere özgü bir durum olarak değerlendirilen bireysel ekonomik bağımsızlık, artık kadınlar için de önem taşımaktadır. Kadınların ekonomik statüsü, çocuk isteme ve çocuk sayısına da yansıtılabilmektedir. Genellikle çocuk yetiştirmekten sorumlu olan kadının ekonomik geliri arttıkça çocuk sahibi olma isteği paralel olarak azalmaktadır (Macit, 2021, s. 33). Çocuk bakımı özellikle kadınların emek piyasasından uzaklaşmasına neden olmakta, dolayısıyla kadınların çalışma hayatını ve sosyo-ekonomik statüsünü olumsuz etkileyen bir engel olarak görülmektedir (Hüseyinli ve Hüseyinli, 2016). Ayrıca kadınların uzun bir süre işten ayrıldıktan sonra (çocuk bakımı nedeniyle) işe geri dönmesi genellikle güçtür ve sıklıkla gelir kaybı ile kariyer düşüşüne neden olmaktadır. Bu durum kadın için dezavantajlı bir konum yaratmaktadır. Bu bakımdan değişen statü nedeniyle çocuk sahibi olan annenin çalışma yaşamına dönmek istemesi olağan bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, ebeveynlik ile kariyer arasındaki dengenin kadınlar açısından hâlâ çözülmemiş bir gerilim alanı olduğuna işaret etmektedir.

Çocuk sahibi olma isteği üzerinde etkili olan bir diğer unsur, kişinin yetiştiği ailenin değerleridir. Ailedeki duygu, değer ve inançlar, aileyle ilgili tutum ve taleplerin yaşam planının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. İngiliz sosyolog Catherine Hakim (2003), kadınlar örneği üzerinden hazırladığı “yaşam tarzı tercihleri” adlı çalışmasında üç gruptan söz etmiştir: ilk grup (ev merkezli) aileye değer verirken kariyere daha az önem atfetmektedir, ikinci grup (iş merkezli) ise bunun tersini hedeflemektedir. Üçüncü ve en büyük kadın grubu olan uyumlu grup ise ikisini birleştirmeyi amaçlamaktadır (Hakim, 2003, ss. 260-261). Araştırma sonuçlarına göre kadınlardaki aile dostu değerler ve geleneksel cinsiyet rolü yönelimleri, daha fazla çocuk sahibi olma isteğine, evlenme eğilimine ve çocuk yapmaya katkıda bulunmaktadır. Bu bölümde ele alınan bulgular yalnızca bireysel çocuk isteğiyle sınırlı değildir. Söz konusu eğilimler aynı zamanda ailenin bütünü açısından da önemli sonuçlar doğurmaktadır. Ebeveynlerin sosyo-yapısal geçmişini dikkate alan sosyolojik araştırmalar, boşanma sonrasında ebeveynler arasında süregelen çatışmaların bulunduğu durumlarda okul çağındaki çocukların refahının olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Aile psikolojisi çalışmaları, boşanmış ailelerden gelen çocukların diğer çocuklara kıyasla davranış sorunları, psikosomatik bozukluklar, okul sorunları ve sorunlu davranışlar sergileme olasılığının daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Huinink, 2009). Refahın genel olarak artması ve kadınların eğitim ve istihdama katılımının artması nedeniyle ebeveynlik, giderek diğer seçeneklerle, özellikle de kariyer alternatifleriyle rekabet eder hâle gelmiştir (Gerlach, 2009). Dolayısıyla ebeveyn sorumluluğunu üstlenmek, hayattaki diğer fırsatlardan daha fazla vazgeçmek anlamına gelmektedir. Bu durumda devlet politikasının görevi, aile ve sosyal politika

önlemlerinin yardımıyla çocuk sahibi olma isteğinin gerçekleşmesinin önündeki yapısal engelleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmektedir.

1.6. Ailede ve Evlilikte İstikrarsızlaşma Eğilimleri

Aile kurumu ortadan kalkmamakta, ancak biçim değiştirmektedir. Bu değişimin ayırt edici en önemli özelliği, evli çiftlerin önceki dönemlere nazaran daha sık ayrılması/boşanmasıdır. Günümüzde boşanma oranları yüksektir ve bu oran gittikçe artmaktadır. Boşanma, evliliğin sonlandırılması olarak bekâr bir yaşamın veya tek ebeveynliğin başlangıcı anlamına gelmektedir. Modern evlilik ve çekirdek ailenin istikrarsızlığı tartışmanın odak noktasıdır. Boşanma sayılarındaki artış, tek ebeveynli ailelerin sayısındaki artış ve yeniden evlenme eğiliminin güçlü olması nedeniyle üvey ailelerin ortaya çıkışı bu istikrarsızlığın nedenlerindendir (Peuckert, 2002a, s. 122). Boşanma oranlarındaki gelişmelere bakıldığında (bk. TÜİK verileri), yaşam boyu tek eşliliğin toplumsal normunun ne kadar kırılan hâle geldiği görülmektedir. Yaşam biçimlerinin çoğullaşmasının ve evliliğin kurumsallaşmasının zayıflamasının nedenleri bireyselleşme ve toplumsal farklılaşma kuramlarıyla açıklanmaktadır. Bazı sosyal bilimciler bu süreci evlilik ve ailenin öneminin azalması ve istikrarsızlaşması olarak yorumlarken, diğer sosyal bilimciler modern aile tipinin kabulünü ileri sürmektedir. Buna göre ailenin yapısal değişimi bir süreçtir. Toplumsal işlevleri yerine getiren ekonomik, siyasi, hukuki ve dinî alanlar gibi aile de bir alt sistem olarak topluma özgü bir işlev ve eylem biçimine indirgendiği ileri sürülmektedir.

Evlilik ve ailenin yapısal değişimini 1990'lı yılların Batı Avrupa toplumsal bağlamında ele alan Hoffmann-Nowotny (1995) üç varsayım öne sürmüştür: evlilik kurumunun ortadan kalkması tezine göre, evlilik kurumuna bağlılığın azalması ve alternatif seçeneklerin genişlemesi yaşam tarzlarının daha fazla bireyselleşmesine ve çoğullaşmasına neden olmaktadır. Evlilik kurumundaki kalitenin azalması tezine göre, evlilik kurumunun yerini diğer bireysel yaşam biçimleri almamakta, ancak evlilik güçlü normatif niteliğini yitirmekte ve bağlayıcılığı azalmaktadır. Evlilikte kurumsal değişim tezine göre ise evlilik ve ailede bir anlam kaybından ziyade bir anlam değişikliği yaşanmaktadır. Evlilikten genel bir uzaklaşma söz konusu olmamakla birlikte, evliliğe giden süreçte önemli değişiklikler yaşanmaktadır. Bu üç varsayımın Türkiye bağlamında ne ölçüde geçerli olduğu, güncel alan araştırmalarıyla ayrıca sınanmaya değer bir konudur. Üzerinde durulması gereken bir diğer husus, boşanmanın kitlesel bir olgu hâline gelmesi ve yeniden evlenmelerin sayısındaki artışla birlikte üvey çocuk sayısının da artmış olmasıdır. Nitekim güncel TÜİK verileri, 2024 yılında boşanan 187 bin 343 çiftle birlikte 186 bin 536 çocuğun velayet sürecinden etkilendiğini göstermektedir (TÜİK, 2025). Bu veriler, boşanmanın kitlesel bir toplumsal olgu olma niteliğinin 2000'li yılların başından günümüze artarak sürdüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca giderek daha fazla çocuk yalnızca bir biyolojik ebeveynle, yani tek ebeveynli bir ailede büyümektedir. Evlat edinen aileler de (biyolojik ilişki olmaksızın ebeveynlik) ailenin biyolojik-sosyal birliğinin bozulmasına işaret etmektedir (Peuckert, 2002b, s. 207). Bu gelişmeler, aile kurumunun biyolojik temelli geleneksel tanımının da giderek genişlediğini göstermektedir.

Boşanma gerekçelerinde bireysel nedenler ve psikolojik faktörler, maddi unsur ve kısıtlamaların önüne geçmiş durumdadır. Bu bulgu farklı ülke örneklemelerinde farklılık gösterebilmekle birlikte, her iki eşin de tam zamanlı çalıştığı evliliklerde boşanma riskinin, her iki eşin de çalışmadığı evliliklere kıyasla daha yüksek olduğu yönünde bulgular literatürde yer almaktadır (Ersöz, 2011; Kaya ve Tan Eren, 2020; Koç, 2019). Boşanma oranlarındaki artışa kültürel değişim de eşlik etmektedir. Evlilik ve aileye ilişkin değerler geleneksel ve dinî temelli normlardan giderek daha az etkilenmektedir (Taylan ve Danış, 2016). Dindar olmayan bireyler arasındaki boşanma oranının dindar olanlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Kentli çiftlerde boşanma riskinin kırsal kesimdeki çiftlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir, çünkü kültürel engeller ve sosyal kontrol kentlerdeki anonim sosyal yapılarda görece daha az güçlüdür. Güncel veriler ışığında boşanmanın günümüzde daha geniş toplumsal kabul gördüğü ve boşanan bireylerin geçmişe kıyasla daha az dışlanmaya maruz kaldığı söylenebilir. Bu değerlendirme betimleyici olup herhangi bir değer yargısı içermemektedir.

1.7. Aile Kurumunun Korunmasında ve Desteklenmesinde Sosyal Hizmetin Rolü

Sosyal hizmet mesleğinin erken dönem uygulamaları bireyle çalışmaya dayanmaktadır (Selcik ve Güzel, 2016). Sosyal kişisel çalışma (birey ve aileyle çalışma), sosyal hizmetin en eski tekniklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Sorunların zaman içinde çeşitlilik göstermesi, toplumsal sorunlara kalıcı çözümler üretme ve meslekte profesyonelleşme ihtiyacı ile sistemli müdahalelerin gerekliliği, mesleğin uygulama alanlarında ve müdahale düzeylerinde köklü değişimleri beraberinde getirmiştir. Sosyal hizmetin mikro, mezzo ve makro olmak üzere müdahale düzeyleri vardır ve mikro düzeyde birey ve bireyin sıkı etkileşim içinde bulunduğu aileyle çalışma söz konusudur (Selcik ve Güzel, 2016). Dolayısıyla toplumun en önemli kurumlarından biri olarak aileyle çalışma, sosyal hizmetin odağındadır (Mavili Aktaş, 2004). Bu odaklanma, mesleğin aile kurumunu bireyin gelişimindeki merkezi konumu nedeniyle önceliklendirdiğini göstermektedir.

Müracaatçı sistemi olarak aile, mesleki bir yaklaşımla ele alındığında birey ve ailenin çevresel ve kültürel koşullar içinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çok boyutlu bir bakışın ürünüdür. Sosyal hizmet, en büyük katkıyı ailenin yaşam içindeki doğal akışını anlayarak sunabilir. Bu noktada aileyi etkileme potansiyeline sahip tüm sistemleri değerlendirmek, sistemlerin kapasitelerini anlamak, işbirliği içinde gerekli değişiklikleri gerçekleştirmek ve böylece iyileştirme ve önlemeyi mümkün kılmak temel hedeftir (Mavili Aktaş, 2004). Bu doğrultuda insanın toplumsal rollerini daha iyi bir şekilde yerine getirmesini sağlamak, sosyal kişisel çalışmanın bir amacı olarak belirlemektedir. Özellikle kişinin içinde bulunduğu grubun veya toplumun rollerinin tehlikeye girdiği durumlarda müdahalenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan sosyal

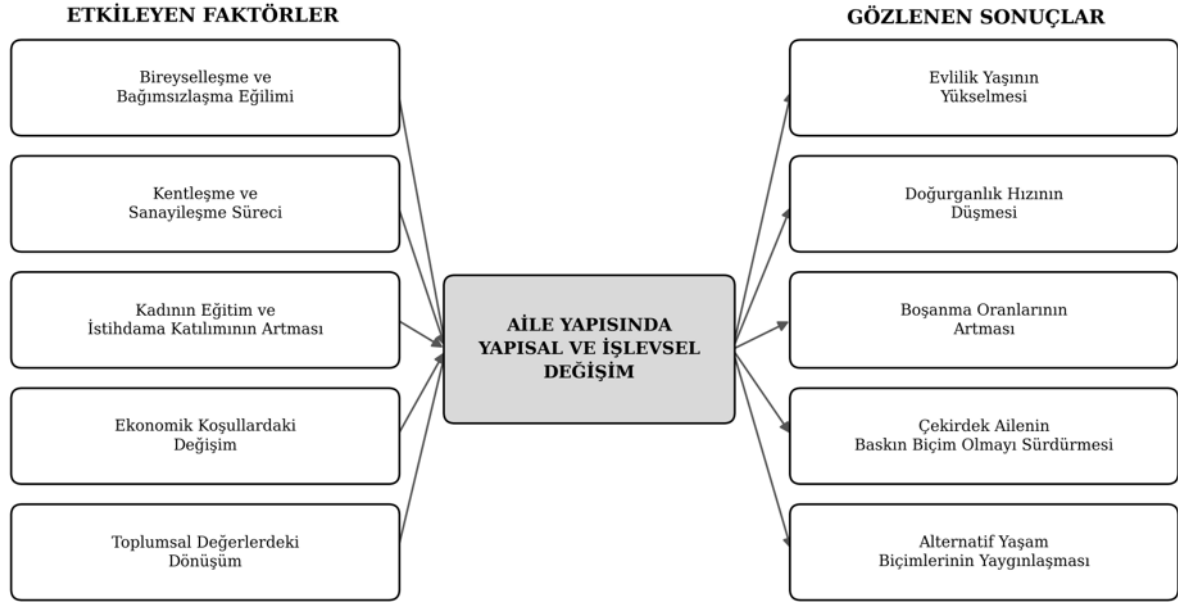
hizmet mesleğinin kullandığı sosyal kişisel çalışma tekniği, kişinin toplumsal rollerini gözlemlemeyi ve bu yöndeki mesleki ilişkileri kurmayı önermektedir. Bu doğrultuda çalışma, sosyal hizmetin geleneksel olarak odaklandığı aile sorunlarının (şiddet, yoksulluk vb.) ötesinde, ailelerdeki yapısal değişimlere karşın büyüme, işlev ve iyileşmeye odaklanmaktadır.

Sosyal hizmet mesleğinin birey ve ailelere yönelik müdahalelerinin yanı sıra toplum örgütlenmesine ve kalkınmasına yönelik girişimleri de söz konusudur. Bu kapsamda ekonomik ve sosyo-kültürel kalkınmayı sağlamak, mesleğin topluma yönelik misyonunu temsil etmektedir (Kongar, 2007, s. 127). Toplum kalkınması ve gelişimi için aile kurumu kilit bir konumdur. Bu nedenle Devlet Planlama Teşkilatının geliştirdiği kalkınma planlarında ailenin korunması ve desteklenmesi temel ilke olarak kabul edilmektedir (Ersöz, 2003). Örneğin Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planında ailenin güçlendirilmesi ile aile krizleri ve sorunlarının çözülmesi gerektiği vurgulanmıştır (DPT, 1995). Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın genel kısmında ise nüfus planlamasına ve nüfus politikasına yönelik girişimin gerekliliğine dikkat çekilmiştir. Zira o dönemde nüfus artış hızının %3 seviyesinde olması yüksek bir oran olarak değerlendirilmiştir (DPT, 1965). Dolayısıyla planlı kalkınma gerekçeleriyle hazırlanan kalkınma planlarında da vurgulandığı gibi toplumsal gereksinimlerin yönü doğrultusunda politikalar geliştirilmekte ve adımlar atılmaktadır. Örneğin Cumhurbaşkanlığı 2025 yılını "Aile Yılı" ilan etmiş ve bu kapsamda yeni doğacak çocuklara yönelik sosyal yardımlar sağlanacağı açıklanmıştır (T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı, 2025a). Ayrıca aile kurumunu güçlendirmeye yönelik yeni politikaların yürürlüğe gireceği belirtilmiştir (T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı, 2025b). Bu politika adımları, çalışmanın önceki bölümlerinde ele alınan demografik göstergelerle (evlenme ve doğurganlık oranlarındaki düşüş, boşanma oranlarındaki artış) doğrudan bağlantılı olarak değerlendirilebilir. Bu bakımdan toplum kalkınması, ancak aile yapısının korunması ve desteklenmesiyle mümkün olabilir. Toplumun en küçük birimleri olan ailelerin desteklenmesi, ailelere gerekli hizmetlerin sunulması, sosyal güvenliğin artırılması, işsizliğin ve evsizliğin azaltılmasına yönelik politikalar, toplum kalkınması için ailelere yönelik uygulamalar olarak görülebilir. Dolayısıyla aile destek programları bir yönüyle toplum temelli uygulamalar kapsamındadır (Chaskin, 2006, ss. 49-50). Bu noktada ailelerin güçlendirilmesi ihtiyacı doğmaktadır ki bu, sosyal hizmet uygulamasının önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Değişmekte olan toplum ve aile yapısı karşısında sosyal hizmetin değişme stratejileriyle değişen toplum ve insan gerçeğini kavraması ve bu doğrultuda mesleğin yönlendirici ve yardımcı olması kaçınılmazdır. Mesleki modeller ortaya koymak, toplum yapısının örgütlü mekanizmalarını harekete geçirmek ve insanın toplumsal yapı içindeki gücünü ve eylemlerini geliştirmek, sosyal hizmetin toplum ve ailelere yönelik yapıcı niteliğini temsil etmektedir. Dünyayı, toplumu ve insanı kavrayacak yeni bilgi, beceri ve mesleki hareketlilik yaratılmadığı takdirde mesleğin varoluş felsefesine ilişkin olumsuz bir algı oluşabilecektir. Bu bakımdan mesleğin Türkiye'de insan ve toplum karşısında üretken, işlevsel ve etkili olması gerekmektedir (Cılga, 2012, ss. 208-211). Geliştirici olma, toplumun tüm kesimlerine, aile ve bireylere yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Bunun için mesleğin yöneltme, destekleme, koşulları geliştirme, bilgilendirme, bilinçlendirme ve olanak sağlama misyonlarına sahip olması gerekmektedir (Cılga, 2012, s. 225). Mesleğin üstlendiği sorumluluk ve misyonun, aile yapısının toplumun geleceği için güven verici bir yapıya bürünmesini sağlayacak yönde biçimlendiği söylenebilir. Mesleğin tarihsel gelişiminde "insan", "toplum", "değişim" ve "gelişim" konularına odaklanmış olması da bu durumu açıkça göstermektedir.

Sonuç

Çalışma kapsamında ele alınan bulgular, Türkiye'de aile kurumunun sanayi öncesi dönemden günümüze uzanan tarihsel süreç içinde önemli bir yapısal ve işlevsel dönüşüm geçirdiğini ortaya koymaktadır (Alp, 2024; Kurtkapan, 2019). Bu dönüşüm sürecinde bireyselleşme, kentleşme ve sanayileşme, kadının eğitim ve istihdama katılımının artması, değişen ekonomik koşullar ve toplumsal değerlerdeki dönüşüm gibi çok boyutlu etkenlerin belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Bu etkenlerin bir sonucu olarak evlilik yaşının yükseldiği, doğurganlık hızının düştüğü, boşanma oranlarının arttığı ve buna karşın çekirdek ailenin hâlâ baskın aile biçimi olma özelliğini sürdürdüğü tespit edilmiştir. Söz konusu bulgular, ailenin ortadan kalkan değil, biçim değiştiren bir kurum olduğu görüşünü desteklemektedir. Çalışma kapsamında ailenin yapısal değişimini etkileyen temel faktörler ve gözlenen sonuçlar şekil 6'da özetlenmiştir.



Şekil 6. Ailenin Yapısal Değişimini Etkileyen Temel Faktörler ve Gözlenen Sonuçlar

Not: Şekil 6, çalışmanın 1-6. bölümlerinde ele alınan literatür ve TÜİK (2024a, 2024b, 2025a) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Nitekim literatür, ailenin sürekli bir değişim süreci içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu değişimler yalnızca yakın geçmişte değil, sanayi öncesi dönemden modern çağa uzanan bir süreklilik içinde yaşanmaktadır. Ailelerdeki değişimleri toplumsal koşul ve değişimlerden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Zira aile ve toplum birbiriyle yakından ilişki içindedir (Zapf, 1994). Aile, toplumun temel bir kurumu ve sosyal sistemin önemli bir parçasıdır (Hatipler, 2023). Bu bakımdan bu çalışmada özellikle çok çocuklu ailelerin öneminin azalması, çocuksuz evliliklerin artması (Sakman, 2021), evlenme eğiliminin azalması ve ilk evlenme yaşının artması konularına dikkat çekilmiştir. Çalışma neticesinde nüfus artış hızının düştüğü, boşanma oranlarının arttığı ve evlenme yaşının yükseldiği tespit edilmiştir. Bu bulgular ailenin ve toplumun sağlıklı gelişimi açısından dikkatle izlenmesi gereken göstergeler olarak değerlendirilmektedir. TÜİK verileri ve uluslararası nüfus istatistiklerinden yararlanılarak ailelerin yaşadığı değişimler, bu değişimlerin neden ve sonuçları, ailelerin değişen önemi, ailelerdeki yapısal ve işlevsel değişimler, çocuk sahibi olma isteği üzerindeki etkiler ve ailede/evlilikte istikrarsızlaşma eğilimleri, ilgili literatürden de yararlanılarak tartışılmıştır. Bu tartışmaların odağında sosyal hizmet mesleğinin toplum ve ailelere yönelik sorumluluklarına atıfta bulunularak aile kurumunun korunması ve desteklenmesinde sosyal hizmetin rolüne vurgu yapılmıştır.

Ailede yaşanan değişimler topluma da yansımakta, toplum ile aile arasında iki yönlü bir etkileşim yaşanmaktadır. Bu bağlamda toplumsal kalkınmada ailenin etkin gücü dikkate alınarak Türkiye'nin gelecekteki hedeflerine ulaşabilmesi için ailelerin desteklenmesine ve işlevselliklerini sürdürmelerine gereksinim duyulmaktadır. Bu doğrultuda toplum ve ailelere yönelik politikaların geliştirilmesi/uygulanması, mesleki modellerin geliştirilmesi, aile ve toplumsal mekanizmaların etkinleştirilmesi ve ailenin toplumsal yapı içindeki eylemlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Ancak toplumun aile dostu alanlarında sosyal politikaların hâlâ yetersiz kaldığı konular bulunmaktadır. Bu konular arasında üç yaşın altındaki çocuklar için çocuk bakım kreşlerinin yetersizliği, tam gün eğitim veren anaokullarının azlığı, tüm gün süren okulların sayısının sınırlı olması, esnek olmayan çalışma saatleri ve kurumların aile dostu olmayan mesai düzenlemeleri sayılabilir. Gelişmiş ülkeler, vatandaşlarının iş ve aile yaşamını birlikte sürdürmesine olanak tanıyan çözümleri görece daha başarılı biçimde uygulamaktadır (Gerlach, 2009). Bu örnekler, aile dostu politikaların iş ve aile yaşamı arasındaki dengeyi gözetken kapsamlı bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Günümüz sosyal politikalarına bakıldığında çekirdek aile modelinin toplumun büyük bir kesimi için hâlâ bir referans noktası olduğu görülmektedir. Ancak sosyal, ekonomik, politik ve diğer faktörlerin tahmin edilmesindeki güçlükler nedeniyle "geleceğin ailesi"nin hangi yaşam biçimlerini beraberinde getireceğine ilişkin öngörülerde bulunmak güçtür. Özellikle çekirdek aile yapısının çözülmeye başlamasıyla birlikte gelecekte hangi aile modellerinin ortaya çıkacağı ve aile yapısının hangi boyutlarda değişime uğrayacağı, üzerinde durulması gereken bir konudur (Abudureyimu ve Hu, 2019; Peuckert, 2002a). Bununla birlikte dinî öğretiler, aileyi teşvik edici sosyal politikalar, yasal düzenlemeler, koruyucu tedbirler ve evlilik-aileye yönelik planlamaların, geleceğin ailelerini yönlendirme ve sağlıklı bir yapıda destekleme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir (Ersöz, 2003). Örneğin hükümetin ailelere daha fazla destek sunması durumunda doğum oranı yeniden artabilir. Çocuk yardımı, güvenli anaokulu/çocuk bakım hizmetleri ve yarı zamanlı çalışma seçenekleri bu süreçte etkili adımlar olarak değerlendirilebilir. Bu destekler, aile, çocuk ve çalışma yaşamı arasında daha iyi bir denge kurulmasını mümkün kılacaktır ve ailenin toplumdaki kaybolma riski taşıyan değerini yeniden kazanmasına katkı sağlayabilecektir.

Toplumda derin değişimlerin yaşıandığı dönemlerde özellikle aile kurumunun olumsuz etkilenmemesi açısından toplum temelli aile destek programları önem arz etmektedir (Chaskin, 2006). Bu bilinçle sosyal hizmet mesleği, ailelerin yaşadığı değişimleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirerek, aileleri güçlendirerek, onlara danışmanlık yaparak ailelerin karşılaştığı sorunları çözerek ve ailelerin toplumsal yapı içindeki rollerini yerine getirmelerini teşvik ve destek yoluyla kolaylaştırarak misyonunu yerine getirebilir. Aileleri etkileme potansiyeline sahip sistemleri değerlendirmek, gerekli değişimleri sistemli bir şekilde gerçekleştirmek ve ailelerin kapasitelerini artırmak temel hedef olmalıdır. Bu girişim, aynı zamanda mesleğin ekonomik ve sosyo-kültürel kalkınmayı sağlama misyonunu da temsil etmektedir.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışmanın betimsel bir literatür derlemesi niteliğinde olması, bulguların genellenebilirliği açısından önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Çalışma birincil veri toplama sürecine dayanmamakta, ulusal ve uluslararası istatistiki kaynaklar ile ilgili literatürün karşılaştırmalı bir analizine dayanmaktadır. Bu durum, bulguların bireysel deneyimler düzeyinde derinlemesine bir açıklama sunma kapasitesini sınırlandırmaktadır. Ayrıca çalışmanın Türkiye geneline ilişkin toplu istatistiki göstergeler üzerinden yürütölmüş olması, bölgesel, kırsal-kentsel ve sosyoekonomik farklılıkların ayrıntılı biçimde ele alınmasına imkân tanınamaktadır. Bu doğrultuda gelecekte yapılacak araştırmacılara yönelik olarak birtakım öneriler sunulabilir. Öncelikle, TÜİK verilerine dayalı niceliksel/istatistiksel modellerin (örn. çoklu regresyon, zaman serisi analizi) kullanılarak aile yapısındaki değişimin bölgesel ve sosyoekonomik farklılıklar temelinde incelenmesi önerilmektedir. Bu sayede hangi değişkenlerin boşanma ve doğurganlık eğilimleri üzerinde daha belirleyici olduğu net biçimde ortaya konabilir. Bunun yanı sıra, evlenme, boşanma ve doğurganlık eğilimlerini bireylerin öznel deneyimleri üzerinden anlamaya olanak tanıyan nitel ve karma yöntem araştırmaların yürütölməsi, istatistiki verilerin ardındaki insani ve psikososyal dinamiklerin görünür kılınmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca sosyal hizmet uzmanlarının aile destek süreçlerindeki uygulamalarını değerlendiren saha araştırmalarının artırılması, mesleğin bu alandaki müdahale modellerinin etkililiğinin sınanmasına imkân tanıyacaktı. Diğer taraftan, Türkiye’deki aile yapısındaki değişimin, Hoffmann-Nowotny (1995) gibi Batı Avrupa bağlamında geliştirilmiş kuramsal çerçevelerle ne ölçüde örtüştüğünü sınanan karşılaştırmalı çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu çalışmalar, söz konusu kuramların Türkiye bağlamındaki açıklayıcılığını test etme fırsatı sunacaktır. Aile politikalarının, örneğin “Aile Yılı” kapsamındaki uygulamaların, etkilerini izleyen boylamsal araştırmaların planlanması önerilmektedir. Bu tür araştırmalar, politika müdahalelerinin aile yapısı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesini mümkün kılacaktır. Ayrıca, aile yapısındaki değişim ve demografik yaşlanmanın gelecekte aile destek sistemleri, bakım gereksinimleri ve sosyal hizmet uygulamaları üzerindeki olası etkilerinin incelenmesine yönelik araştırmaların artırılması önerilmektedir. Bu yöndeki çalışmaların, sosyal hizmet mesleğinin aile ve topluma yönelik müdahale modellerinin geliştirilmesine somut katkılar sunacağı, aynı zamanda ilgili literatürdeki bilgi birikimini zenginleştireceğı düşünölmektedir.

Etik Kurul Bilgileri Beyanı

Bu çalışma, etik kurul izni gerektirmeyen nitelikte olup kullanılan veriler literatür taraması/yayınlanmış kaynaklar üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiğı beyan olunur. (*This study does not require ethical committee approval, and the data used were obtained from literature reviews/published sources. It is hereby declared that scientific and ethical principles were adhered to during the preparation of this study and that all studies used are cited in the references*).

Kaynakça

- Abay, A., & Atila Demir, S. (2014). Belli parametrelere göre kuşaklararası sosyal değişme (aile değerleri üzerine bir karşılaştırma). *Akademik İncelemeler Dergisi*, 9(1), 125-151. <https://doi.org/10.17550/aid.06480>
- Abudureyimu, H., & Hu, L. (2019). Gelenekselden moderniteye Çin'in aile yapısındaki değişimler ve toplum üzerindeki etkileri. *Medeniyet ve Toplum Dergisi*, 3(2), 135-144. <https://izlik.org/JA46XW96HF>
- Akbaş, Ö. Z., & Dursun, C. (2020). Teknolojinin aileye etkisi: Değişen ailenin dijital ebeveyn ve çocukları. *Turkish Studies-Social*, 15(4), 2245-2265.
- Alp, A. (2024). Toplumsal değişim sürecinde aile. *Bitig Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 4(7), 43-60. <https://doi.org/10.69787/bitigefd.1443004>
- Aydın, M. (2014). Tarihsel dönüşüm içinde aile ve kent ilişkisi. M. Aydın (Ed.), *Aile Sosyolojisi Yazıları* (ss. 83-100) içinde. İstanbul: Açılım Kitap Yayınları.
- Barley, D. (1977). *Grundzüge und Probleme der Soziologie* (8. Auflage). Berlin: Luchterhand.
- Başkaya, Z., & Ünal, A. (2017). Türkiye'de evlenme ve boşanma oranlarının iller düzeyinde zamansal değişimi (2001-2015). *Journal of International Social Research*, 10(53), 338-358. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.20175334124>
- Bayrak, S. (2019). Türkiye'de işsizlik ve boşanma ilişkisi: 1980-2017 dönemi için nedensellik analizi. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 10(1), 39-54. <https://izlik.org/JA87GC45HZ>
- Bolz, W. (1975). *Einführung in die Soziologie* (3. Auflage). Hamburg: Verlag Handwerk und Technik.
- Chaskin, R. J. (2006). Family support as community-based practice: Considering a community capacity framework for family support provision. P. Dolan ve J. Canavan (Ed.), *Family support as reflective practice* (ss. 42-60) içinde. Philadelphia: Jessica Kingsley Publishers.
- Cılga, İ. (2012). Sosyal dışlanmanın dinamiği, bilimin, mesleğin dışlanması ve öngörüler. *Sosyal Bilimler ve Sosyal Hizmet Üzerine Düşünceler* (ss. 171-234) içinde. Ankara: Sabev Yayınları.
- Devlet Planlama Teşkilatı [DPT]. (1965). *Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Erişim Tarihi: 22 Ocak 2025, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/Kalkinma_Plani_Birinci_Bes_Yillik_1963-1967.pdf
- Devlet Planlama Teşkilatı [DPT]. (1995). *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Erişim Tarihi: 22 Ocak 2025, <http://www.surdurulebilirlikkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2016/06/plan7.pdf>
- Diler, Z., & Diler, S. (2022). Türkiye'de boşanma olgusunun zamansal değişimi (2001-2021). *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 9(89), 2166-2178. <http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.3305>
- Erkol, M., Şahin, M., & Avcı, Ş. (2021). Toplumsal değişimin bir göstergesi olarak gençlerin evliliğe yönelik tutumları. *Universal Journal of History and Culture*, 3(1), 57-78. <https://doi.org/10.52613/ujhc.881488>
- Ersöz, A. (2011). Türkiye'de boşanma olgusu ve kadına yönelik aile içi şiddet ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, (43), 249-264. <https://izlik.org/JA32YC87KB>
- Ersöz, A. G. (2003). Dünya konferansları belgelerinde aile ve yoksulluk: Saptamalar ve öneriler. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 6(6), 1-9. <https://doi.org/10.21560/spcd.97485>
- Gerlach, İ. (2009). *Familienpolitik* (2. Auflage). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gezici, M., & Güvenç, G. (2003). Çalışan kadınların ve ev kadınlarının benlik-algısı ve benlik-kurgusu açısından karşılaştırılması. *Türk Psikoloji Dergisi*, 18(51), 1-14.
- Gürsu, O. (2015). Değişen dünyada aile ve psikolojik problemler. *Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 99-130.
- Güzelyurt, T., & Özkan, Ö. (2018). Ailede yaşanan değişimler: Çocuk kitaplarına yönelik bir inceleme. *Çocuk Edebiyat ve Dil Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-19. <https://izlik.org/JA87JP62BZ>
- Hakim, C. (2003). *Models of the family in modern societies: Ideals and realities*. New York: Routledge.
- Hatipler, M. (2023). Modernizmden postmodernizme aile. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(4), 574-590. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2023.1219>
- Hirschel, N. (2001). *Strukturwandel der Familie und Familienformen im Wandel*. München: Grin Verlag. Erişim Tarihi: 11 Ocak 2025, <https://www.grin.com/document/100415>
- Hoffmann-Nowotny, H. J. (1995). Die Zukunft der Familie - Die Familie der Zukunft. U. Gerhardt, S. Hradil, D. Lucke ve B. Nauck (Ed.), *Familie der Zukunft. Reihe Sozialstrukturanalyse* (ss. 325-348) içinde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Huinink, J. (2002). Polarisierung der Familie in Europäischen Lander im Vergleich. N. Schneider ve H. Mattias-Bleck (Ed.), *Eltern Heute Gesellschaftliche Rahmenbedingungen und Individuelle Gestaltungsaufgaben* (ss. 49-74) içinde. Opladen: Leske und Budrich Verlag.
- Huinink, J. (2009, 20 Mart). *Wandel der Familienentwicklung: Ursachen und Folgen*. Erişim Tarihi: 10 Ocak 2025, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/izpb/familie-und-familienpolitik-301/8036/wandel-der-familienentwicklung-ursachen-und-folgen/>
- Hüseyinli, N., & Hüseyinli, T. (2016). Çocuk bakımının kadın işgücü üzerinde etkileri ve hukuki düzenlemeler. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(34), 108-137. <https://doi.org/10.25294/auibfd.308032>
- Kaya, K., & Tan Eren, G. (2020). Boşanma ve erken boşanmaların artış nedenleri. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(9), 708-728. <https://doi.org/10.26677/tr1010.2020.538>
- Koç, T. (2019). Türkiye’de boşanma oranlarını etkileyen faktörlerin beta regresyon modeli ile belirlenmesi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 1111-1117. <https://doi.org/10.33692/avrasyad.543650>
- Kongar, E. (2007). *Sosyal Çalışmaya Giriş*. Ankara: Sabev Yayınları.
- Kurtkapan, H. (2019). Türkiye’de demografik dönüşümün sosyal yansımaları ve yaşlılık. *Sosyal Güvence*, (15), 27-46. <https://doi.org/10.21441/sosyalguvence.597571>
- Macit, Y. (2021). Çocuk sahibi olmak ve ebeveynlik. *Uluslararası Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 30-40. <https://izlik.org/JA86MJ39XF>
- Mavili Aktaş, D. A. (2004). Aile terapisinde sosyal hizmet yaklaşımı. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 7(7). <https://doi.org/10.21560/spcd.29223>
- Nave-Herz, R. (2010). Die Familie im Wandel. F. Faulbaum ve C. Wolf (Ed.), *Gesellschaftliche Entwicklungen im Spiegel der Empirischen Sozialforschung* (ss. 39-57) içinde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Nave-Herz, R. (2013). *Ehe und Familiensoziologie eine Einführung in Geschichte, Theoretische Ansätze und Empirische Befunde* (3. Auflage). Weinheim: Beltz Juventa Verlag.
- OECD. (2024). Organisation for Economic Co-operation and Development *Society at a glance 2024: OECD social indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/918d8db3-en>
- Özgörenek, E., & Yılmaz, H. (2024). Aile istikrarsızlığı kavramına bir bakış: Sistemik bir analiz. *Aile Psikolojik Danışmanlığı Dergisi*, 7(1)
- Peuckert, R. (1996). *Familienformen im Sozialen Wandel*. Opladen: Leske und Budrich Verlag.
- Peuckert, R. (Ed.). (2002a). Der soziale Strukturwandel der Familie. *Familienformen im Sozialen Wandel* (ss. 107-140) içinde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Peuckert, R. (Ed.). (2002b). Entkoppelung von biologischer und sozialer Elternschaft. *Familienformen im Sozialen Wandel* (ss. 207-231) içinde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sakman, E. (2021). Gönüllü çocuksuzluk: Çocuk sahibi olmama kararının altında yatan faktörler ve karşılaşılan tepkiler hakkında bir derleme. *Studies in Psychology*, 41(1), 83-109. <https://doi.org/10.26650/SP2020-0105>
- Selcik, O., & Güzel, B. (2016). Sosyal hizmet mesleğinin çalışma alanı ve sosyal hizmet uygulamasının Türkiye ölçeğinde değerlendirilmesi. *Journal of International Social Research*, 9(46), 461-469.
- Subaşı, N. (2014). Toplumsal değişme, aile ve yeni risk alanları. M. Aydın (Ed.), *Aile Sosyolojisi Yazıları* (ss. 101-117) içinde. İstanbul: Açılım Yayınları.
- Szydlık, M. (2007). Familie und Sozialstruktur. J. Ecarius (Ed.), *Handbuch Familie* (ss. 78-93) içinde. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- T.C. Anayasası. (1982). *Türkiye Cumhuriyeti Anayasası* (madde 41). Resmî Gazete, 17863 (Mükerrer), 9 Kasım 1982. Erişim Tarihi: 12 Ocak 2025, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2709&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. (2025a). “Aile Yılı” kapsamında sağlanacak destek paketine ilişkin açıklama. Erişim Tarihi: 4 Şubat 2025, <https://www.iletisim.gov.tr/turkce/haberler/detay/aile-yili-kapsaminda-saglanacak-destek-paketine-iliskin-aciklama>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. (2025b). *Cumhurbaşkanı Erdoğan partisinin il kadın kolları olağan kongresinde konuştu*. Erişim Tarihi: 4 Şubat 2025, <https://www.iletisim.gov.tr/turkce/haberler/detay/cumhurbaskani-erdogan-partisinin-istanbul-il-kadin-kollari-7-olagan-kongresinde-konustu>

- Taylan, H. H., & Daniş, Y. (2016). Sosyal değişme ve Türkiye’de boşanma olgusu. *Mehir Aile Dergisi*, 3, 41-57.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2021). *Türkiye aile yapısı araştırması, 2021*. Erişim Tarihi: 15 Mart 2025, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkiye-Aile-Yapisi-Arastirmasi-2021-45813>
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2024a). *Doğum istatistikleri*. Erişim Tarihi: 11 Ocak 2025, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dogum-Istatistikleri-2023-53708>
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2024b). *Evlenme ve boşanma istatistikleri, 2023*. Erişim Tarihi: 29 Ocak 2025, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Evlenme-ve-Bosanma-Istatistikleri-2023>
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2025a). *Evlenme ve boşanma istatistikleri, 2024*. Erişim Tarihi: 14 Mart 2025, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Evlenme-ve-Bosanma-Istatistikleri-2024-54194>
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2025b). *İstatistiklerle aile, 2024* (Haber Bülteni No. 53898). <https://veriportali.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Aile-2024-53898>. Erişim Tarihi: 21.07.2026.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World population prospects 2024*. United Nations. <https://population.un.org/wpp/>
- World Bank Data. (2024). *Fertility rate, total (births per woman) - Türkiye, European Union*. Erişim Tarihi: 29 Ocak 2025, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>
- World Population Review. (2025a). *Turkey population*. Erişim Tarihi: 30 Ocak 2025, <https://worldpopulationreview.com/countries/turkey>
- World Population Review. (2025b). *Divorce rate by state 2024*. Erişim Tarihi: 30 Ocak 2025, <https://worldpopulationreview.com/state-rankings/divorce-rate-by-state>
- Yavuz, S., & Güllüpinar, F. (2019). Türkiye’de çocuğun ekonomik değerini etkileyen faktörler: 2016 aile yapısı araştırması analizi üzerinden sosyolojik bir değerlendirme. *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi*, 39(2), 379-409. <https://doi.org/10.26650/sj.2019.39.2.0101>
- Zapf, W. (Ed.). (1994). Über soziale Innovationen. *Modernisierung, Wohlfahrtsentwicklung und Transformation: Soziologische Aufsätze 1987 bis 1994* (ss. 23-40) içinde. Berlin: Edition Sigma.