

AVRASYA ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK DERGİSİ

Sağlık Bilimleri Fakültesi



AVRASYA
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 3108-7078

2025/Cilt:1/Sayı:1

2025/Volume:1/Number:1



AVRASYA
ÜNİVERSİTESİ

Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi

İmtiyaz Sahibi

Avrasya Üniversitesi Adına Prof. Dr. Mahir. KADAKAL
(Rektör)

Bilimsel Yayın ve Dergiler Koordinatörlüğü

Öğr. Gör. Handan ERDOĞAN
(Koordinatör)

Yayın İdare Merkezi

Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Editör

Prof. Dr. Yavuz ÖZORAN

Yardımcı Editörler

Öğr. Gör. Ayşenur AYVAZ
Öğr. Gör. Büşra DOKUZ MURAT
Öğr. Gör. Havva Ezgi ALBAYRAK

Dil Editörleri

Dr. Öğr. Üyesi Tuğçenur ÇAĞLIYAN REİS
Öğr. Gör. Merve SAMANCI

Mizanpaj ve Tasarım Editörleri

Arş. Gör. Cansu ÖZDEMİR
Arş. Gör. Mehmet Akif DOĞRUSÖZ

Yayın Dili

Türkçe & İngilizce

Yayın Türü

Elektronik Süreli Yayın

Yayın Periyodu

Yılda 3 Sayı



AVRASYA
ÜNİVERSİTESİ

**Journal of Avrasya University Faculty of Healthy
Science**

Publisher

On behalf of Avrasya University Prof. Dr. Mahir. KADAKAL
(Rector)

Scientific Publications and Journals Coordination Office

Öğr. Gör. Handan ERDOĞAN
(Coordinator)

Broadcasting Administration Center

Dean's Office of the Faculty of Health Sciences, Avrasya
University

Editor

Prof. Dr. Yavuz ÖZORAN

Associate Editors

Öğr. Gör. Ayşenur AYVAZ
Öğr. Gör. Büşra DOKUZ MURAT
Öğr. Gör. Havva Ezgi ALBAYRAK

Language Editors

Dr. Öğr. Üyesi Tuğçenur ÇAĞLIYAN REİS
Öğr. Gör. Merve SAMANCI

Layout and Design Editors

Arş. Gör. Cansu ÖZDEMİR
Arş. Gör. Mehmet Akif DOĞRUSÖZ

Publication Language

Turkish & English

Publication Type

Electronic Periodicals

Yayın Periyodu

3 Issues Per Year

Rektörün Mesajı

Üniversitemizin bilimsel gelişim hedefleri doğrultusunda yürütülen çalışmaların önemli bir sonucu olarak, kurumumuz bünyesinde hazırlanan akademik dergimizin ilk sayısının yayımlanmış olmasından büyük bir memnuniyet duymaktayız. Bu gelişme, yalnızca üniversitemiz adına bir akademik yayın sürecinin başlangıcını değil, aynı zamanda bilimsel üretimin, bilgi paylaşımının ve araştırma kültürünün kurumsal düzeyde güçlenmesini temsil etmektedir.

Günümüz yükseköğretim anlayışı, üniversitelerin yalnızca eğitim ve öğretim faaliyetleriyle değil; araştırma, yayıncılık ve topluma katkı misyonlarıyla da değerlendirildiği bir dönemi beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda akademik dergiler, üniversitelerin bilgi üretiminde sürdürülebilir bir sistem kurmalarını, farklı disiplinlerde yürütülen bilimsel çalışmaların görünürlüğünü artırmalarını ve ulusal ile uluslararası akademik çevrelerle etkileşim içinde olmalarını sağlayan önemli platformlardır.

Üniversitemizin yayımladığı bu ilk sayı, akademik potansiyelimizin görünür hale gelmesi, bilimsel iletişimin gelişmesi ve araştırmacılar arasında iş birliğinin artması açısından güçlü bir başlangıç niteliğindedir. Dergimizin, gelecekte de bilimsel etik ilkeler çerçevesinde nitelikli araştırmalara yer veren, akademik çeşitliliği destekleyen ve bilim dünyasına değerli katkılar sunan bir yayın organı olacağına inanıyorum.

Bu önemli adım, üniversitemizin araştırma kapasitesini geliştirme, bilgi üretimini teşvik etme ve akademik itibarı güçlendirme yönündeki kararlılığını bir kez daha ortaya koymaktadır. Akademik yayıncılık alanındaki bu başarı, kurumumuzun bilimsel kimliğini pekiştirecek ve akademik topluluğumuza yeni ufuklar açacaktır.

Üniversitemizin sağlık alanında ilk akademik dergisinin yayımlanması dolayısıyla tüm akademik camiamızı tebrik ediyor; bu yayının uzun yıllar boyunca bilim dünyasına katkı sunacak kalıcı bir eser olarak varlığını sürdüreceğine olan inancımı ifade ediyorum.

Prof. Dr. Mahir KADAKAL
Avrasya Üniversitesi Rektörü



AVRASYA
ÜNİVERSİTESİ

Değerli Okuyucular,

Bilimsel bilginin paylaşımı, insanlığın ilerlemesinin temel taşlarından biridir. Bugün, disiplinler arası iş birliğini teşvik eden, sağlık bilimlerinin farklı alanlarını bir araya getiren Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin ilk sayısını sizlerle buluşturmanın gururunu yaşıyoruz.

Günümüzde sağlık alanı, yalnızca tıp veya hemşirelik gibi tekil disiplinlerle sınırlı değildir. Beslenme ve diyetetikten odyolojiye, fizyoterapiden hemşireliğe, ebeliğe, psikolojiye halk sağlığından moleküler biyolojiye kadar uzanan geniş bir yelpazede bilgi üretimi ve paylaşımı söz konusudur. Bu dergi, sağlık bilimlerinin bütün bu bileşenlerini kapsayan, çok disiplinli bir bakış açısıyla hazırlanmıştır. Amacımız hem klinik hem de temel bilimlerde güncel araştırmaların, derleme makalelerin ve özgün katkıların yer aldığı güvenilir bir yayın platformu sunmaktır.

Bilimsel etik, tarafsızlık ve kalite ilkelerini benimseyen yayın politikamız; araştırmacılara yol gösterici, uygulayıcılara rehber, öğrencilere ise ilham verici nitelikte bir içerik sunmayı hedeflemektedir. İlk sayımızda yer alan çalışmalar, sağlık bilimlerindeki güncel tartışmaları, yeni yaklaşımları ve farklı bakış açılarını okuyucularımıza ulaştırmaktadır.

Özellikle Karadeniz'den doğan bu girişimin, ulusal ve uluslararası akademik dünyaya açılan bir bilim köprüsü olacağına inanıyoruz. Bölgesel değerlerin evrensel bilimsel katkılarla buluşması, dergimizin en önemli vizyonlarından biridir.

Bu süreçte emeği geçen tüm yazarlarımıza, hakemlerimize ve yayın kurulumuza teşekkür ediyorum. Siz değerli okuyucularımızın katkıları ve desteğiyle dergimizin daha da gelişeceğine ve alanında saygın bir kaynak haline geleceğine inanıyorum.

Bilimin ışığında sağlık dolu yarınlara ulaşmak dileğiyle,

Prof. Dr. Yavuz ÖZORAN
Baş Editör



AVRASYA
ÜNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

The Effect of Clinical Education Level on Professional Empathy in Dentistry: A Cross-Sectional Study

Diş Hekimliğinde Klinik Eğitim Düzeyinin Mesleki Empati Üzerindeki Etkisi: Kesitsel Çalışma

3-12

Evaluation of The Physicochemical Properties of the Baltacı Stream Water in Trabzon

Trabzon Baltacı Deresi Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

13-20

An Evaluation of Senior High School Students' Attitude Towards the Nursing Profession Before and After Information Provision

Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Hemşirelik Mesleğine Yönelik Bilgilendirme Öncesi ve Sonrası Tutumlarının Değerlendirilmesi

21-30

Diyabetes Mellituslu Hastalarda Dental Implantların Biyomekaniği

The Biomechanics of Dental Implants in Diabetes Mellitus Patients

31-43

Krono-Beslenme (Chrono-Nutrition): Sirkadiyen Ritme Uyumlu Beslenme Yaklaşımıyla Metabolik Hastalıkların Önlenmesi ve Yönetimi

Chrono-Nutrition: Prevention And Management Of Metabolic Diseases Through A Circadian Rhythm-Based Nutritional Approach

44-54

The Effect of Clinical Education Level on Professional Empathy in Dentistry: A Cross-Sectional Study

Kübra TÖRENEK AĞIRMAN¹, Nazgol RAVANBAKHS^{2*}, Fatma ÇAĞLAYAN³

Abstract

Empathy is an important skill in healthcare and significantly affects doctor-patient relationships, patient satisfaction, and clinical outcomes. This study aims to evaluate how clinical education affects empathy levels among dental students and specialists using the Jefferson Scale of Physician Empathy-Student version (JSPE-S). This descriptive study included a total of 495 participants: 380 undergraduate students, 96 postgraduate students, and 19 specialist physicians. Data were collected through the JSPE-S and demographic questionnaires, both in paper and online formats. Statistical analyses were performed using SPSS 20.0, applying independent t-tests, ANOVA, and Posthoc Tamhane's T2 tests to evaluate group differences. Internal consistency was assessed with Cronbach's alpha. The significance level was set at $p < 0.05$. The average empathy score was numerically higher in female participants (72.00 ± 12.43) than male participants (70.02 ± 12.39), although this was not statistically significant ($p = 0.084$). Undergraduate students (75.90 ± 9.66) showed significantly higher empathy scores compared to postgraduate students (55.84 ± 6.96) ($p < 0.001$). Among undergraduates, fourth and fifth-year students demonstrated the highest empathy levels ($p < 0.05$). Specialists and postgraduate students had the lowest empathy scores ($p < 0.001$). The JSPE-S showed good internal consistency (Cronbach's alpha = 0.873). Empathy reaches its highest level during the first patient encounters in dental education and appears to decline in the later phases. These findings demonstrate the importance of empathy-enhancing training (seminars, role-playing, etc.) both before and after graduation to ensure high-level empathic patient care.

Keywords: Dentistry, empathy, Jefferson empathy scale, clinical education, dentistry students

Diş Hekimliğinde Klinik Eğitim Düzeyinin Mesleki Empati Üzerindeki Etkisi: Kesitsel Çalışma

Öz

Empati, sağlık hizmetlerinde önemli bir beceridir ve doktor-hasta ilişkilerini, hasta memnuniyetini ve klinik sonuçları önemli ölçüde etkiler. Bu çalışma, klinik eğitimin diş hekimliği öğrencileri ve uzmanları arasında empati düzeylerini Jefferson Hekim Empati Ölçeği-Öğrenci versiyonu (JSPE-S) kullanarak nasıl etkilediğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu tanımlayıcı nitelikteki çalışmada 380 lisans öğrencisi, 96 lisansüstü öğrencisi ve 19 uzman doktor olmak üzere toplam 495 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Veriler JSPE-S ve demografik anketler aracılığıyla hem kâğıt üzerinde hem de çevrimiçi formatlarda toplanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 20.0 programında, gruplar arasındaki farklılıkları değerlendirmek için bağımsız t-testi, ANOVA ve Posthoc Tamhane'nin T2 testleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. İç tutarlılık Cronbach'ın alfa testi kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ alındı. Ortalama empati puanı kadın katılımcılarda ($72,00 \pm 12,43$) erkeklerden ($70,02 \pm 12,39$) sayısal olarak daha yüksekti, ancak istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p = 0,084$). Lisans öğrencileri ($75,90 \pm 9,66$), lisansüstü öğrencilere ($55,84 \pm 6,96$) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek empati puanları sergilediler ($p < 0,001$). Lisans öğrencileri arasında, dördüncü ve beşinci sınıf öğrencileri en yüksek empati seviyelerini gösterdi ($p < 0,05$). Uzmanlar ve lisansüstü öğrenciler en düşük empati puanlarına sahipti ($p < 0,001$). JSPE-S ölçeği iyi bir iç tutarlılık gösterdi (Cronbach alfa = 0,873). Diş hekimliği eğitiminde hasta ile ilk temasta empatik yaklaşım en yüksek seviyeye ulaşırken ilerleyen dönemlerde empatinin düştüğü görülüyor. Bu bulgular, yüksek düzeyde empatik hasta bakımı sağlamak için hem mezuniyet öncesi hem de mezuniyet sonrası dönemde empatik yaklaşımı güçlendirici eğitimlerin (seminer, drama oyunları vs) önemli bir gereklilik olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Diş hekimliği, empati, Jefferson empati ölçeği, klinik eğitim, diş hekimliği öğrencileri

¹Assistant Professor, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Atatürk University, Erzurum, 25240, Türkiye, ktorenek@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7200-3436

^{2*}Postgraduate Student, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Atatürk University, Erzurum, 25240, Türkiye, nazgolrnb@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1075-4226

³Professor, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Atatürk University, Erzurum, 25240, Türkiye, facagla@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0666-8824,

1. Introduction

The word empathy (from Greek *empathia*) is defined as the ability of a person to place themselves in someone else's position and understand their emotions, thoughts, and behaviors.¹ Cognitive empathy refers to understanding a person's thoughts, while emotional empathy refers to understanding their emotions. In the healthcare sector, understanding the emotions, thoughts, and experiences of patients is referred to as clinical empathy. It can be described as a cognitive/behavioral skill that encompasses understanding a patient's symptoms and how those symptoms affect them, and conveying this understanding effectively to the patient (Arshad et al., 2024).

Medicine is a profession that requires one-on-one relationships with people. A physician's role is to identify and treat diseases. While performing this duty, the physician should remember that the patient is a person and establish an empathetic relationship with them. An empathetic relationship between the physician and patient increases patient satisfaction and can positively influence the patient's health status (Balos Tuncer et al., 2021). Furthermore, it enables the physician to make more effective and accurate diagnoses and to behave more ethically toward patients. Hardee et al. reported that physicians with empathetic tendencies are less likely to be sued (Brekalo Prso et al., 2020). In a study by Keshtkar et al (Candan et al., 2015), it was stated that empathy is a concept that changes over time and can thus be learned, noting that empathy values decrease toward the final years of medical school. The same study also reported that women tend to have higher empathy skills than men. Diseker et al. found a decline in empathy skills over time in medical students. A positive relationship has been reported between empathy and intelligence, socioeconomic status, and parenting style (Díaz-Narváez et al., 2024).

Empathy also plays a critical role in dentist-patient relationships. The American Dental Education Association has emphasized that empathy is the second most important clinical competence in dental education and should be included in dental school curricula (Ghardallou et al., 2022).

There are several scales available to measure empathy in the general population, but the Jefferson Scale of Physician Empathy (JSPE) was specifically developed to measure empathy in physicians (Hardee & Platt, 2010). Two versions are widely used: one for physicians/other health professionals and one for students. The JSPE is a validated instrument for assessing empathy in dental students as well as medical students (Arshad et al., 2024).

This cross-sectional study aims to assess the empathy levels of undergraduate and postgraduate students, as well as specialist physicians at Atatürk University Faculty of Dentistry, using the Jefferson Scale of Physician Empathy-Student version (JSPE-S).

2. Materials And Methods

The study was approved by the Ethics Committee of Atatürk University Faculty of Dentistry (Decision No: 57/2023), and all procedures were carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all participants.

2.1. Population and Sample

The study included undergraduate and postgraduate students and specialist physicians (assistant professor, associate professor, professor) from Atatürk University Faculty of Dentistry in the

2023-2024 academic year.

Although the entire population was targeted, the study ultimately included 380 undergraduate students, 96 postgraduate students, and 19 specialist physicians. The sample represented 37.38% of all undergraduate students and 34.43% of all postgraduate students and specialists in the faculty. To compare pre-graduation and post-graduation groups, the minimum sample size for each group was calculated as 88 using the G-Power 3.1 program (Universität Kiel, Germany) (effect size: 0.5; α : 0.05; power: 0.95).

2.2. Data Collection Tools and Procedure

Data for this descriptive study were collected in two ways:

1. By distributing paper forms to participants for completion.
2. By providing forms through online data collection tools (Google Forms).

The forms included questions on age, education level, gender, and the empathy assessment scale. This scale comprises 20 items divided into three subdimensions: perspective-taking (10 items), compassionate care (7 items), and standing in the patient's shoes (3 items). The first 10 items of the scale are positively worded, and the next 10 are negatively worded. Negative items are reverse-scored when calculating the total empathy score. Higher scores indicate greater empathic consistency.

2.3. Statistical Analysis

Data analysis was conducted using SPSS for Windows (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Categorical variables were presented as frequencies and percentages, while continuous variables were expressed as mean and standard deviation (SD). Independent t-tests were used to compare empathy scores between two groups, while one-way analysis of variance (ANOVA) was applied for comparisons between three or more groups, followed by the Posthoc Tamhane's T2 test. Internal consistency reliability was evaluated with Cronbach's alpha. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

3. Results

Of the participants, 190 were male (38.38%) and 305 were female (61.62%). The study included 380 undergraduate students (102 first-year, 18 second-year, 74 third-year, 87 fourth-year, and 99 fifth-year students), 96 postgraduate dental students, and 19 specialists. Descriptive statistics of the participants are presented in Table 1.

When empathy levels were compared by gender, the average empathy score for males was 70.02 ± 12.39 and for females 72.00 ± 12.43 . Although the difference was not statistically significant ($p=0.084$), empathy scores were numerically higher among female participants (Table 2).

Comparison of Empathy Scores in Undergraduates and Postgraduates

Undergraduate students' empathy scores (75.90 ± 9.66) were significantly higher than those of postgraduate dental professional (postgraduate dental students and specialist physicians) (55.84 ± 6.96) ($p < 0.001$; Table 3).

Comparison of Empathy Scores by Undergraduate Classes, Postgraduate Dental Students, and Specialists Physicians

Empathy scores for each undergraduate classes, postgraduate dental students, and specialist physicians are shown in Table 3. Fourth (77.52 ± 8.94) and fifth-year (77.57 ± 9.20) students had significantly higher empathy scores compared to other groups ($p < 0.05$). Postgraduate dental students (55.71 ± 7.35) and specialist physicians (56.69 ± 3.72) had significantly lower empathy scores than other class groups.

Comparison of Empathy Scores in Preclinical Students, Clinical Students, and Postgraduate Dental Professional

When evaluating empathy levels among preclinical students (first, second, and third years), clinical students (fourth and fifth years), and specialist physicians, statistically significant differences were observed ($p < 0.001$). The highest empathy levels were observed in clinical students (77.54 ± 9.06), while the lowest were in specialist physicians (55.84 ± 6.96) (Table 4).

The internal consistency reliability of the JSPE-S scale administered to dental students was found to be good (Cronbach's alpha = 0.873) (Table 5).

4. Discussion

In this study, factors affecting the empathy levels of dental students were examined comprehensively and compared with findings from research conducted at other universities. In general, many studies have shown that empathy levels vary during the educational process and differ according to gender, age, and individual/family characteristics.

Studies examining empathy levels among undergraduate and postgraduate dental students have produced differing results. For instance, Baloş Tuncer et al (Hojat et al., 2001) observed a significant decrease in empathy levels after graduation. This finding largely aligns with the results of our study. This situation can be explained by factors such as increased clinical responsibilities, professional role expectations, and greater time pressure in patient interactions. Additionally, as students progress through their education, a shift from empathic approaches to technical skills and task-oriented attitudes may also contribute to this decline. However, there are also studies reporting higher empathy scores after graduation (Javed, 2019; Javed et al., 2025). These conflicting findings may be due to methodological differences in the studies, cultural and educational structures of sample groups, measurement tools, the nature of the clinical environment, and the participants' personal interpretation of empathy. In particular, in some educational systems, clinical education may reinforce empathy by increasing students' exposure to real patient experiences and placing greater emphasis on patient-centered communication. Therefore, when evaluating differences in empathy levels, not only numerical data but also contextual and cultural dynamics should be considered. The current literature highlights the need for more multicenter and longitudinal studies on this topic.

Some studies have found that empathy levels are higher at the beginning of the educational process, particularly among preclinical students (Jolliffe, 2002; Kam Hepdeniz et al., 2023). The findings indicating a decline in empathy as students enter the clinical period have been associated with factors such as the measurement tools used, the patient responsibilities assigned to students, increasing stress levels, and the prioritization of technical skills over empathy during training. In our study, the highest empathy levels were observed among clinical students,

while the lowest were among specialist physicians. This can be explained by the increased patient contact experienced by clinical students, which helps improve their communication skills and reinforce their empathy competencies. When examining the relationship between academic year and empathy, studies have reported that fourth- and fifth-year students tend to have the highest empathy levels (Arshad et al., 2024; Hojat et al., 2001). These findings are also consistent with the results of our study.

In the context of gender differences, results in the literature are mixed. Many studies have reported that females possess higher empathy levels than males (Keshtkar et al., 2024; Teke et al., 2010). This has been attributed to women's greater emotional sensitivity and tendency to empathize. However, some studies have reported no statistically significant difference between genders, or even higher empathy scores among male students (Arshad et al., 2024; Tziolla et al., 2023). These findings suggest that cultural, individual, and pedagogical factors affecting empathy can yield different results in different contexts. In our study, although the empathy scores of females were numerically higher than those of males, this difference was not statistically significant.

Family structure also stands out as a factor influencing empathy levels. Baloş Tuncer et al (Hojat et al., 2001). reported that students with siblings exhibited higher empathy levels. This result suggests that experiences of emotional interaction with others from childhood may play an important role in empathy development. In our study, the number of siblings was not taken into account.

There are also findings in the literature indicating that empathy levels decline as professional seniority increases (Javed et al., 2025). This demonstrates that increasing technical responsibilities and workload in medical practice may cause empathic communication skills to be neglected. Moreover, empathy levels have been reported to vary across specialties. For example, pediatric dentistry specialists were found to have higher empathy scores compared to other branches (Javed et al., 2025). This may be directly related to the patient profiles in different areas of practice. In our study, differences between departments were not considered.

This study has some limitations. Firstly, the data were collected from a limited number of university students within a specific time frame. This limits the generalizability of the findings to all dental students. Furthermore, the study's reliance predominantly on undergraduate student participants and relatively fewer postgraduate participants provides limited insight into how empathy levels evolve in clinical practice after graduation. Therefore, it is recommended that future research include larger-scale, comparative studies involving both students and practicing dentists. Another limitation lies in the use of self-report questionnaires as the data collection tool. This carries the risk that participants may not fully reflect their true thoughts and emotions due to social desirability bias. Additionally, individual and environmental variables affecting participants' empathy perceptions and attitudes (such as duration of clinical experience, education type, and cultural background) could not be analyzed in depth, which constitutes another limitation of the study.

Table 1. Descriptive statistics of the participants (Ntotal=495)

| | | N | % |
|------------------------|---------|-----|-------|
| Gender | Male | 190 | 38.38 |
| | Female | 305 | 61.62 |
| Groups | | | |
| Undergraduate students | 1.class | 102 | 20.61 |
| | 2.class | 18 | 3.64 |
| | 3.class | 74 | 14.95 |
| | 4.class | 87 | 17.58 |
| | 5.class | 99 | 20.00 |
| Postgraduate students | | 96 | 19.39 |
| Specialist physicians | | 19 | 3.84 |

Table 2. Comparison of empathy scores according to gender and graduation status

| | Gender | Mean±SD | t | p |
|--------------------------|---------------|----------------|----------|----------|
| Empathy score | Male | 70.02±12.39 | -1.733 | 0.084 |
| | Female | 72.00±12.43 | | |
| Graduation status | | | | |
| Empathy score | Undergraduate | 75.90±9.66 | 20.693 | 0.000* |
| | Postgraduate | 55.84±6.96 | | |

*: p<0.001, SD: standard deviation, t: Student t-test

Table 3. Comparison of empathy scores in different grades, asistants and experts.

| | N | Mean±SD | Minimum | Maximum | p |
|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Grade 1 | 102 | 72.28±9.48 ^{a,b} | 54 | 95 | 0.000* |
| Grade 2 | 18 | 76.22±11.18 ^{a,b} | 60 | 94 | |
| Grade 3 | 74 | 76.68±9.86 ^{a,b} | 52 | 100 | |
| Grade 4 | 87 | 77.52±8.94 ^{a,b} | 56 | 97 | |
| Grade 5 | 99 | 77.57±9.20 ^b | 52 | 95 | |
| Asistant | 99 | 55.71±7.35 ^c | 20 | 69 | |
| Expert | 16 | 56.69±3.72 ^c | 52 | 63 | |
| Total | 495 | 71.24±12.44 | 20 | 100 | |

*: p<0.001, N: sayı, SD: standart sapma, ^{a,b,c}: Indicate values that are significantly differentat 0.05% probability level (Posthoc Tamhane's T2 test)

Table 4. Comparison of empathy scores in preclinical students, clinical students and specialists.

| | N | Mean±SD | Minimum | Maximum | p |
|------------------|------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Preclinic | 194 | 74.32±9.98 ^a | 52 | 100 | 0.000* |
| Clinic | 186 | 77.54±9.06 ^b | 52 | 97 | |
| Expert | 115 | 55.84±6.96 ^c | 20 | 69 | |
| Total | 495 | 71.24±12.44 | 20 | 100 | |

*: p<0.001. ^{a,b,c}: Indicate values that are significantly differentat 0.05% probability level (Posthoc Tamhane's T2 test)

Table 5. Scale expressions and internal consistency of the scale

| | | Mean | SD | N |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-----|
| Compassionate care | | | | |
| 11 | My understanding of how my patients and their families feel does not influence my medical or surgical treatmenta | 3.48 | 1.148 | 495 |
| 12 | I try not to pay attention to my patients' emotions in history taking | 3.45 | 1.174 | 495 |
| 13 | Attentiveness to my patients' personal experiences does not influence treatment outcomesa | 3.72 | 1.075 | 495 |
| 14 | Patients' illnesses can be cured only by medical or surgical treatment; therefore, emotional ties to my patients do not have a significant influence on medical or surgical outcomes | 3.70 | 1.063 | 495 |
| 15 | Asking patients about what is happening in their personal lives is not helpful in understanding their physical complaints | 3.57 | 1.039 | 495 |
| 16 | I believe that emotion has no place in the treatment of medical illness. | 3.76 | 1.077 | 495 |
| 17 | I do not enjoy reading non-medical literature or the artsa | 3.70 | 1.075 | 495 |
| Standing in patient's shoes | | | | |
| 18 | It is difficult for me to view things from my patients' perspectives | 3.71 | .942 | 495 |
| 19 | Because people are different, it is difficult for me to see things from my patients' perspectives | 3.54 | .999 | 495 |
| 20 | I do not allow myself to be influenced by strong personal bonds between my patients and their family members | 2.76 | 1.090 | 495 |
| Internal consistency coefficient (Cronbach alpha) | | | 0.873 | |
| Perspective taking | | | | |
| 1 | My patients feel better when I understand their feelings | 3.73 | 1.416 | 495 |
| 2 | I consider understanding my patients' body language as important as verbal communication in caregiver-patient relationships | 3.79 | 1.338 | 495 |
| 3 | I have a good sense of humor that I think contributes to a better clinical outcome | 3.41 | 1.165 | 495 |
| 4 | try to imagine myself in my patients' shoes when providing care to them | 3.67 | 1.192 | 495 |
| 5 | My patients value my understanding of their feelings which is therapeutic in its own right | 3.59 | 1.111 | 495 |
| 6 | I try to understand what is going on in my patients' minds by paying attention to their non-verbal cues and body language | 3.63 | 1.152 | 495 |
| 7 | Empathy is a therapeutic skill without which my success in treatment is limited | 3.58 | 1.131 | 495 |
| 8 | An important component of the relationship with my patients is my understanding of their emotional status, as well as that of their families | 3.43 | 1.140 | 495 |
| 9 | I try to think like my patients in order to render better care | 3.58 | 1.171 | 495 |
| 10 | I believe that empathy is an important therapeutic factor in medical or surgical treatment | 3.45 | 1.356 | 495 |

SD: Standart Sapma, N: sayı

5. Conclusion

Empathy levels are influenced by numerous factors, including personal characteristics, cultural background, educational processes, and professional experiences. Developing and sustaining empathic communication skills in dental education not only increases patient satisfaction but also enhances dentists' professional satisfaction and sense of ethical responsibility. Based on

the findings of this study, it is recommended that specifically structured training programs be implemented in dental education to preserve and enhance empathic skills. These programs should incorporate activities aimed at fostering empathy, such as communication seminars, role-playing exercises, drama techniques, and case analyses. Moreover, empathy training should not be confined to preclinical periods but should also continue throughout clinical practice. Integrating such applications into the training processes of both students and postgraduate dentists would ensure the sustainability of an empathic approach during both pre- and post-graduation periods. Additionally, future comparative studies conducted with larger samples from different universities could contribute to a more comprehensive and in-depth understanding of the factors underlying changes in empathy levels.

Çıkar Beyanı: Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti hâlinde Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı:

NR: Çalışma fikrinin oluşturulması, literatür taraması, veri toplama, istatistiksel analiz ve makale taslağının hazırlanması.

KTA: Çalışmanın metodolojik tasarımı, veri toplama sürecine katkı, istatistiksel değerlendirme ve sonuçların yorumlanması.

FÇ: Çalışmanın bilimsel denetimi, metodolojik katkılar, tartışma bölümünün geliştirilmesi ve makalenin son halinin onaylanması.

1. yazarın katkı oranı: %50 2. yazarın katkı oranı: %25 3. yazarın katkı oranı: %25.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest.

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Avrasya University Journal of Healthy Sciences has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's authors.

Author Contributions:

NR: Developing the study idea, literature review, data collection, statistical analysis, and drafting the article.

KTA: Methodological design of the study, contribution to the data collection process, statistical evaluation, and interpretation of the results.

FÇ: Scientific supervision of the study, methodological contributions, development of the discussion section, and approval of the final version of the article.

First author contribution rate: 50%, Second author contribution rate: 25%, Third author contribution rate: 25%.

Kaynaklar

- Arshad, M., Sriram, S., Khan, S., Gollapalli, P. K., & Albadrani, M. (2024). Mediating role of physician's empathy between physician's communication and patient's satisfaction. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 13(4), 1530–1534. https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_1615_23
- Baloş Tuncer, B., Canigür Bavbek, N., Arslan Avan, B., ÇeliK, B., & Tuncer, C. (2021). The influence of clinical training level on the empathy levels of undergraduate and postgraduate dental students. *Acta Odontologica Turcica*, 38(1), 1–7. <https://doi.org/10.17214/gaziaot.669976>
- Brekalo Prso, I., Mocny-Pachońska, K., Trzcionka, A., Pezelj-Ribaric, S., Paljevic, E., Tanasiewicz, M., & Persic Bukmir, R. (2020). Empathy amongst dental students: An institutional cross-sectional survey in Poland and Croatia. *European Journal of Dental Education*, 24(4), 687–694. <https://doi.org/10.1111/eje.12557>
- Candan, M., İdacı, M., & Yılmaz Karaman, İ. G. (2015). The Effect of Clinical Education Levels of Undergraduate Dental Students on Dental Anxiety and Empathy Levels Diş Hekimliği Lisans Öğrencilerinin Klinik Eğitim Düzeylerinin Dental Anksiyete ve Empati Düzeylerine Etkisi. *Aydın Dental*, 9(3), 53–60. https://doi.org/10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v09i3006
- Díaz-Narváez, V. P., Huberman-Casas, J., Nakouzi-Momares, J. A., Alarcón-Ureta, C., Jaramillo-Cavieres, P. A., Espinoza-Retamal, M., Klahn-Acuña, B. P., Epuyao-González, L., Leiton Carvajal, G., Padilla, M., Vilca, L. W., Reyes-Reyes, A., & Reyes-Reyes, F. (2024). Levels of Empathy in Students and Professors with Patients in a Faculty of Dentistry. *Behavioral Sciences*, 14(9), 817. <https://doi.org/10.3390/bs14090817>
- Ghardallou, M., Zedini, C., Sahli, J., Ajmi, T., Khairi, H., & Mtiraoui, A. (2022). Psychometric properties of a French version of the Jefferson Scale of Empathy. *International Journal of Medical Education*, 13, 205–214. <https://doi.org/10.5116/ijme.62d2.8497>
- Hardee, J. T., & Platt, F. W. (2010). Exploring and overcoming barriers to clinical empathic communication. *Journal of Communication in Healthcare*, 3(1), 17–23. <https://doi.org/10.1179/cih.2010.3.1.17>
- Hojat, M., Mangione, S., Nasca, T. J., Cohen, M. J. M., Gonnella, J. S., Erdmann, J. B., Veloski, J., & Magee, M. (2001). The Jefferson Scale of Physician Empathy: Development and Preliminary Psychometric Data. *Educational and Psychological Measurement*, 61(2), 349–365. <https://doi.org/10.1177/00131640121971158>
- Javed, M. (2019). The evaluation of empathy level of undergraduate dental students in Pakistan: A cross-sectional study. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 31(3), 402–406.
- Javed, M. Q., Ahmad, Z., Muhammad, M., Ali, K., Riaz, A., & Glanville, R. (2025). Beyond the Drill: Understanding Empathy Among Undergraduate Dental Students. *European Journal of Dental Education*, 29(1), 116–123. <https://doi.org/10.1111/eje.13054>
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/b98835>
- Kam Hepdeniz, Ö., Temel, U. B., & Uğurlu, M. (2023). Bir diş hekimliği fakültesinde lisans öğrencilerinin empati düzeylerinin değerlendirilmesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(2), 235–244. <https://doi.org/10.17343/sdutfd.1287519>
- Keshtkar, L., Ward, A., Winter, R., Leung, C., & Howick, J. (2024). Does empathy decline in the clinical phase of medical education? A study of students at Leicester medical school.

PEC Innovation, 5, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.pecinn.2024.100316>

Teke, A. K., Cengiz, E., & Demir, C. (2010). Hekimlerin empatik özelliklerinin ölçümü ve bu ölçümlerin demografik değişkenlere göre değişimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 505–516.

Tzialla, N., Boka, V., Menexes, G., Kotsanos, N., & Arapostathis, K. (2023). Psychometric properties of the Greek version of the Jefferson Scale of Empathy and empathy levels in Greek dental postgraduate students. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 24(6), 691–700. <https://doi.org/10.1007/s40368-023-00826-x>

Evaluation of The Physicochemical Properties of the Baltacı Stream Water in Trabzon

Meral BELDÜZ KOLCU^{1*}, Zübeyde ÖZTEL², Sude KAYA³, Kardelen CEBECİ⁴

Abstract

This study was conducted to assess the water quality of the Baltacı Stream, located in the Hayrat district of Trabzon province. Water samples were collected from two different stations and analyzed in terms of various physicochemical parameters. The examined parameters included pH, dissolved oxygen (DO), total hardness, calcium, magnesium, and temperature. The findings are crucial for evaluating the potential impacts of hydroelectric power plants on water quality. The analyses revealed that the pH values were measured as 7.8 at Station 1 and 7.74 at Station 2. The dissolved oxygen concentrations were determined to be 8.53 mg/L and 8.44 mg/L, respectively. The total hardness was recorded as 87.24 mg CaCO₃/L at Station 1, while it decreased to 57.65 mg CaCO₃/L at Station 2. Water temperature measurements indicated values of 11°C at Station 1 and 13°C at Station 2. The results suggest that although certain variations in water quality were observed in the Baltacı Stream, these changes were not statistically significant ($p>0.05$).

Keywords: Water quality, hydroelectric power plant, physicochemical analysis, Trabzon Baltacı Stream

Trabzon Baltacı Deresi Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Öz

Bu çalışma, Trabzon ili Hayrat ilçesinde bulunan Baltacı Deresi'nin su kalitesini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. İki farklı istasyondan alınan su örnekleri, çeşitli fiziko-kimyasal parametreler açısından incelenmiştir. Analiz edilen parametreler arasında pH, çözülmüş oksijen (DO), toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum ve sıcaklık bulunmaktadır. Bulgular, hidroelektrik santrallerin su kalitesi üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek açısından önemlidir. Yapılan analizlerde, pH değerleri İstasyon 1'de 7.8, İstasyon 2'de 7,74 olarak ölçülmüştür. Çözülmüş oksijen miktarı sırasıyla 8,53 mg/L ve 8,44 mg/L olarak belirlenmiştir. Toplam sertlik İstasyon 1'de 87,24 mg CaCO₃/L iken, İstasyon 2'de 57,65 mg CaCO₃/L seviyesine düşmüştür. Su sıcaklığı ise İstasyon 1'de 11°C, İstasyon 2'de 13°C olarak ölçülmüştür. Sonuçlar, Baltacı Deresi'nin su kalitesinde belirli değişimler olduğunu ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği ortaya koymaktadır ($p>0.05$).

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, hidroelektrik santral, fiziko-kimyasal analiz, Trabzon Baltacı Deresi

^{1*}Öğr. Gör. Dr. Meral BELDÜZ KOLCU, Avrasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, meral.belduz@avrasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9760-4817

² Öğr. Gör. Dr. Zübeyde ÖZTEL, Avrasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, zubejde.oztel@avrasya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3826-0874

³ Sude KAYA, Avrasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, sudekya@gmail.com, ORCID: 0009-0002-0091-6011

⁴ Kardelen CEBECİ, Avrasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, kardelencebeci67@gmail.com, ORCID: 0009-0000-7242-0643

1. Introduction

Water is a fundamental requirement for the survival of all living organisms, and the preservation of water quality is of critical importance for the sustainability of ecosystems. In the contemporary era, increasing industrialization, agricultural activities, and energy production processes exert significant pressure on water resources (FAO, 2022). Although hydroelectric power plants (HPPs) are considered prominent among renewable energy sources, they can alter the natural flow regime of rivers, leading to changes in water quality. These alterations may directly affect the living conditions of aquatic organisms (Kocabaş et al., 2013).

Freshwater ecosystems are of great importance in terms of biological diversity, and changes in water quality can have significant impacts on the balance of these ecosystems. Alterations in water quality not only affect the survival of aquatic organisms but also directly influence human activities such as agricultural irrigation, drinking water usage, and fisheries (Aydm, 2009). Therefore, regular monitoring of water resources and the identification of potential sources of pollution are essential requirements.

Baltacı Stream, located in the Hayrat district of Trabzon province, is a significant water resource that plays a crucial role in sustaining aquatic life in the region. Assessing the water quality of this stream is essential for understanding the current ecological status and evaluating the potential impacts of human activities, such as HPPs. In particular, the effects of HPPs on stream water temperature, oxygen levels, and mineral content are of critical importance for ecosystem health. Previous studies have demonstrated that HPPs can induce physical, chemical, and biological alterations in river ecosystems (Kocabaş et al., 2011).

In this study, water samples collected from the Baltacı Stream were analyzed in terms of various physicochemical parameters, and the potential effects of HPPs on water quality were evaluated. The obtained data provide valuable insights for the sustainable management of water resources. The findings of this study aim to contribute to the identification of future measures to protect regional water resources and mitigate potential impacts on the ecosystem.

2. Materials and Methods

In this study, water samples were collected from two different stations in the Baltacı Stream, located in the Hayrat district of Trabzon province, and analyzed in terms of various physicochemical parameters. The sampling stations were selected to compare the natural state of the water source with the potential impacts of the HPP. The first station (Figure 1-A) was located near the main source of the stream, while the second station (Figure 1-B) was positioned at the discharge point of the HPP. This selection was made to assess potential changes in water quality induced by the HPP. Water samples were collected from both stations on September 29, 2024, during a rain-free day in the autumn season. During sampling, water temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total hardness, calcium, and magnesium levels were measured. Additionally, the physical characteristics of the water, such as color, turbidity, and temperature, were observed on-site. All measurements were conducted following standard laboratory protocols.

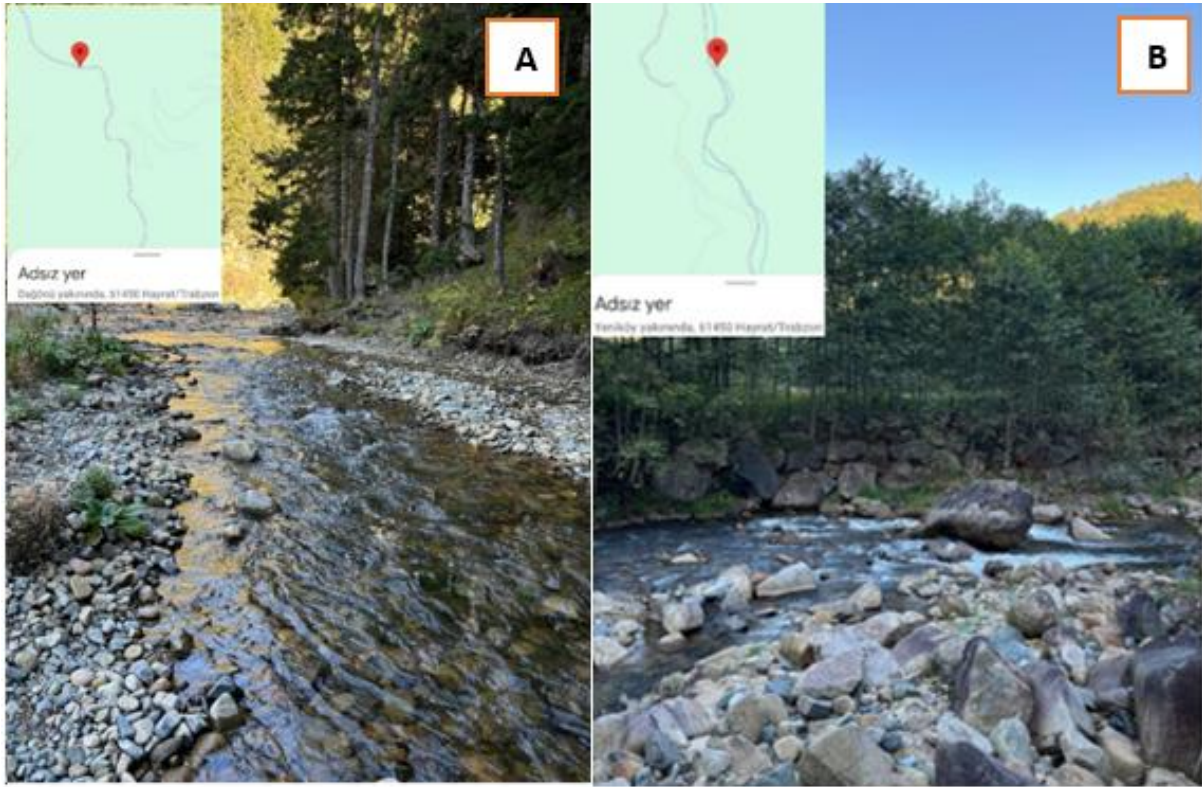


Figure 1: **A:** Coordinates of the first station: 40.6869430- 40.3598210 (Dağönü) **B:** Coordinates of the second station: 40.6869430- 40.3674850 (Yeniköy)

The collected water samples were placed in clean five-liter plastic containers, protected from light and temperature fluctuations during transportation, and analyzed as soon as possible at the Trabzon State Hydraulic Works (DSİ) 22nd Regional Directorate Chemistry Laboratory. The measurement parameters and methods used in this study are as follows: The pH of the water samples was measured using a pH meter, following the TS EN ISO 10523:2012 standard. DO levels were determined using the Winkler method, as specified in APHA (2017). Total hardness was analyzed using the EDTA titration method, in accordance with TS 266. The concentrations of calcium and magnesium were measured using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method, following ISO 7980:2000. Water temperature was measured instantly on-site using a digital thermometer.

The obtained data were evaluated in accordance with the Regulation on Surface Water Quality Management (Ministry of Agriculture and Forestry, 2021) and the Fisheries Regulation (Ministry of Agriculture and Forestry, 2022) currently in force in Türkiye. Additionally, the results were compared with the water quality criteria established for trout farming. To determine whether the differences between the measured parameters were statistically significant, an Independent Samples t-Test was applied. The normality distribution of the data was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test, and parametric tests were used for variables that met the assumption of normality. The differences between the data were analyzed using SPSS (version 26.0) statistical software, with a p-value < 0.05 considered statistically significant.

3. Results

The analysis of water samples collected from two different stations in the Baltacı Stream revealed that the pH values were measured as 7.8 at Station 1 and 7.74 at Station 2 (Figure 2). This slight difference indicates that the HPP does not significantly affect the acidic or basic characteristics of the water. However, the slight decrease in pH suggests a micro-level alteration in the chemical composition of the water.

The dissolved oxygen (DO) concentration was measured as 8.53 mg/L at Station 1 and 8.44 mg/L at Station 2 (Figure 2), indicating a 1% decrease between the two stations. This reduction suggests that the HPP alters the water flow regime, leading to a decline in the water's oxygenation capacity. However, this decrease has not yet reached a critical level for oxygen-demanding species such as trout.

The total hardness values were measured as 87.24 mg CaCO₃/L at Station 1 and 57.65 mg CaCO₃/L at Station 2 (Figure 2), indicating a significant reduction in hardness. This finding suggests that the HPP has a substantial impact on the mineral content of the water. The decrease in hardness may limit aquatic organisms' access to essential minerals such as calcium and magnesium, potentially leading to negative effects on ecosystem health.

The calcium concentration was measured as 29.55 mg/L at Station 1 and 19.46 mg/L at Station 2, while the magnesium concentration was recorded as 3.25 mg/L and 2.19 mg/L, respectively (Figure 2). This 34% decrease indicates that the HPP has a negative impact on the mineral composition of the water. Calcium is a critical element for fish skeletal development and shell formation in crustaceans. Therefore, this reduction in calcium and magnesium levels may pose a threat to the health of aquatic organisms.

At Station 1, the magnesium concentration was measured as 3.25 mg/L, while at Station 2, it was recorded as 2.19 mg/L (Figure 2). This 32% decrease suggests that the HPP disrupts the ionic balance of the water. Since magnesium is a crucial element for photosynthesis in aquatic plants, its reduction may negatively affect ecosystem balance by impairing primary production and nutrient cycling.

The water temperature was recorded as 11°C at Station 1 and 13°C at Station 2 (Figure 2). This 2°C increase may be attributed to the slower water flow caused by the HPP, which allows the water to be exposed to greater solar radiation. An increase in temperature can lead to a decline in dissolved oxygen levels and affect the metabolism of aquatic organisms, potentially altering the ecological balance of the stream.

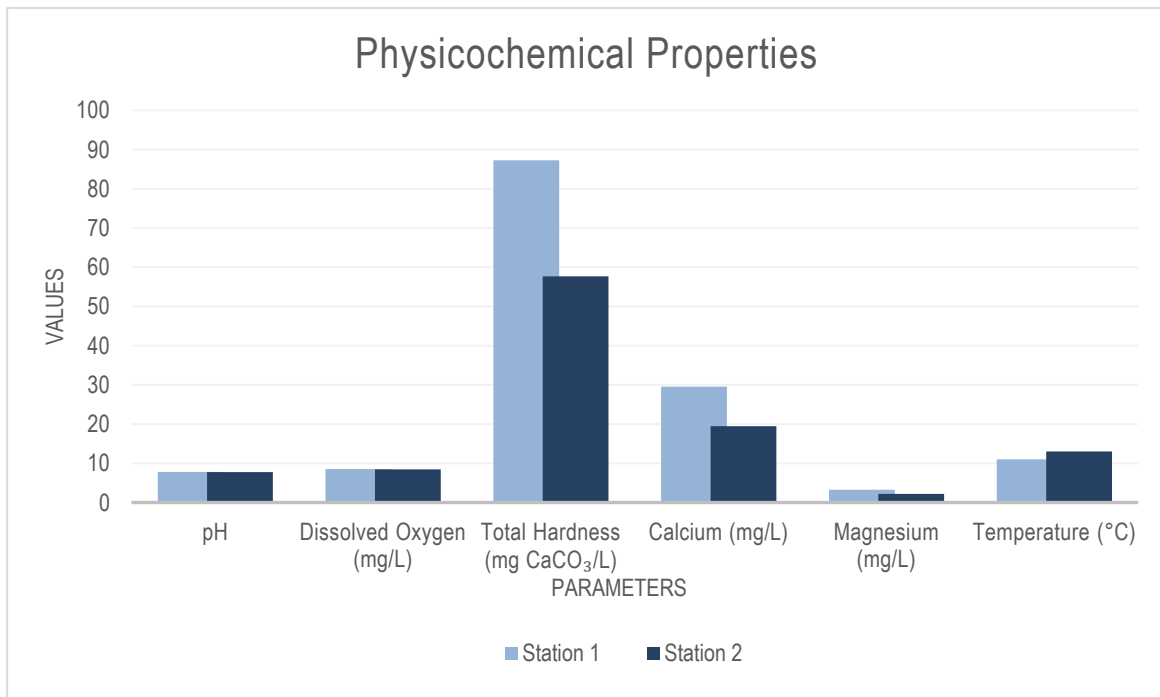


Figure 2. Comparison of pH, dissolved oxygen, total hardness, calcium, magnesium, and temperature values between Station 1 and Station 2.

According to the t-test analysis, the differences between the measured parameters were found to be not statistically significant ($p > 0.05$) (Table 1). The results indicate that while the HPP induces some changes in the water quality of the Baltacı Stream, these alterations do not reach a critical threshold that would significantly impact ecosystem health.

Table 1. Physicochemical analysis data of Trabzon Baltacı Stream between stations

| Parameter | Station 1 | Standard Deviation-1 | Station 2 | Standard Deviation-2 | Difference |
|------------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|------------|
| pH | 7.82 | ±0.05 | 7.74 | ±0.05 | -0.06 |
| Dissolved Oxygen (mg/L) | 8.53 | ±0.01 | 8.44 | ±0.01 | -0.09 |
| Total Hardness (mg CaCO ₃ /L) | 87.24 | ±5.23 | 57.65 | ±3.46 | -29.59 |
| Calcium (mg/L) | 29.55 | ±1.77 | 19.46 | ±1.17 | -10.09 |
| Magnesium (mg/L) | 3.25 | ±0.10 | 2.19 | ±0.07 | -1.06 |
| Temperature (°C) | 11 | ±0.01 | 13 | ±0.01 | +2.0 |

4. Discussion

The obtained data indicate that the analyses conducted in the Baltacı Stream are comparable to the 2024 water quality study for trout farming conducted in Feke district (Erçen et al., 2024). In the Feke study, pH values were recorded in the range of 7.12–7.11, while dissolved oxygen levels were 11.10 mg/L and 10.63 mg/L. Although these values are slightly higher than those measured in the Baltacı Stream, both studies confirm that the water quality is suitable for trout farming.

Additionally, a study by Kocabaş et al. (2013) examined the effects of HPPs on aquatic ecosystems, highlighting that HPPs alter the flow regime of riverbeds and may lead to a decrease in dissolved oxygen levels. In the Baltacı Stream, significant reductions in total

hardness, calcium, and magnesium levels were observed due to the impact of the HPP. These findings are consistent with those reported by Kocabaş et al. (2013). However, the obtained data suggest that while the HPP has a partial influence on water quality, it does not pose a critical threat to ecosystem health.

5. Conclusion and Recommendations

This study's physicochemical analyses of the Baltacı Stream indicate that while HPPs induce certain changes in water quality, these alterations do not pose a critical threat to ecosystem health. However, the findings underscore the importance of conducting long-term monitoring studies to enable the early detection of potential changes in water quality.

1. Establishing seasonal monitoring programs in the Baltacı Stream to continuously track pH, dissolved oxygen, and hardness levels.
2. Regulating the water flow regime of HPPs to align with natural flow patterns to minimize their impact on water temperature.
3. Constructing ecosystem-supporting structures, such as fish passages, to preserve migration routes for aquatic organisms.
4. Implementing biological monitoring programs to assess and ensure the health of local fish populations.
5. Increasing community awareness and encouraging local participation in ecosystem management efforts.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur. (Birden fazla yazar varsa doldurulacaktır)

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti hâlinde Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı: Yazarların katkısı aşağıdaki gibidir; (Birden fazla yazar varsa doldurulacaktır)

MBK, ZÖ: Giriş

MBK, ZÖ, SK, KC: Literatür

MBK, ZÖ: Metodoloji

MBK, ZÖ, SK, KC: Sonuç

1. yazarın katkı oranı: oranı: %. yazarın katkı oranı: %.100, 3. yazarın katkı oranı:%100, 4. yazarın katkı oranı:%100

Conflict of Interest:oranı: %thors declare that they have no competing interests. (To be filled if there is more than one author)

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Avrasya University Journal of Health Sciences bears no responsibility; all responsibility lies with the authors of the study.

Author Contributions: author contributions are below; (To be filled if there is more than one author)

MBK, ZÖ: **Introduction**

MBK, ZÖ, SK, KC: **Literature**

MBK, ZÖ: **Methodology**

MBK, ZÖ, SK, KC: **Conclusion**

1st author's contribution rate: 100%, 2nd author's contribution rate:100 %, 3rd author's contribution rate:100 %, 4th author's contribution rate:100 %.

References

- American Public Health Association. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). *Washington, D.C.: American Public Health Association.*
- Aydın, F. (2009). Trout biology and aquaculture techniques. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20Ürünleri%20Yetiştiriciliği/1-%20Alabalık%20Biyolojisi%20ve%20Yetiştirme%20Teknikleri.pdf>
- Erçen, Z., Özlüer Hunt, A., Tabakoğlu, Ş. S., Güzel, E., & Çevik, F. (2024). Determination of water characteristics of trout farms for organic farming in Feke. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 9(1), 18–25.
- Hall, S. J., Delaporte, A., Phillips, M. J., Beveridge, M., & O’Keefe, M. (2011). Blue frontiers: Managing the environmental costs of aquaculture. *Penang: WorldFish Center.*
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Kutluyer, F., & Aksu, Ö. (2013). Hydroelectric power plants and fish. *Turkish Scientific Review Journal*, (1), 128–131.
- Kocabaş, M., Can, E., Kutluyer, F., Aksu, Ö., & Kayım, M. (2011, May 5–7). The effects of human activities on the breeding areas of natural trout. *Ecology Symposium*, Düzce, Türkiye.
- Ministry of Agriculture and Forestry. (2021, April 15). *Surface water quality regulation*. Official Gazette of the Republic of Turkey, No. 31454. Retrieved September 25, 2025, from <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210415-5.htm>
- Ministry of Agriculture and Forestry. (2022, November 26). *Communiqué on Broodstock Trout Support in Aquaculture Hatcheries (Communiqué No: 2022/43)*. Official Gazette of the Republic of Turkey, No. 32025. Retrieved September 25, 2025, from <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221126-5.htm>

An Evaluation of Senior High School Students' Attitude Towards the Nursing Profession Before and After Information Provision

Zila Özlem KIRBAŞ¹, Elif ODABAŞI AKTAŞ^{2*}, Muazzez Merve TORAMAN³, Hafsa Kübra IŞIK⁴,
Vahide SEMERCİ⁵, Ebru SÖNMEZ SARI⁶, Hüseyin GÜNEŞ⁷, Zahide AKEREN⁸

Abstract

The objective of this study was to evaluate senior high school students' attitude towards the nursing profession before and after information provision. The study employed a one-group pretest-posttest experimental design and was conducted at high schools located in a province of Turkey's Eastern Black Sea Region. The study was completed with 438 senior high school students. Data were collected through a "Personal Information Form" and the "Attitude Scale for Nursing Profession". The students' pretest and posttest Attitude Scale for Nursing Profession mean scores were 140.42±19.37 and 142.09±21.46, respectively. Based on a comparison of pretest and posttest Attitude Scale for Nursing Profession total scores, the difference was found to be statistically significant (p<0.05). The study showed that senior high school students' positive attitude towards the nursing profession increased after information provision.

Keywords: Nursing; profession; students; attitude

Lise Son Sınıf Öğrencilerinin Hemşirelik Mesleğine Yönelik Bilgilendirme Öncesi ve Sonrası Tutumlarının Değerlendirilmesi

Öz

Bu çalışma lise son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğine yönelik bilgilendirme öncesi ve sonrası tutumlarının değerlendirilmesini amaçladı. Çalışma Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesindeki bir ilde bulunan liselerde tek gruplu ön test- son test deneysel desende yapıldı. Çalışma 438 lise son sınıf öğrencisi ile tamamlandı. Veriler "Kişisel Bilgi Formu" ve "Hemşirelik Mesleğine Yönelik Tutum Ölçeği" ile toplandı. Öğrencilerin ön test Hemşirelik Mesleğine Yönelik Tutum Ölçeği puan ortalaması 140,42±19,37, son test Hemşirelik Mesleğine Yönelik Tutum Ölçeği puan ortalaması ise 142,09±21,46 bulundu. Ön ve son test Hemşirelik Mesleğine Yönelik Tutum Ölçeği toplam puanları karşılaştırıldığında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu (p<0.05). Lise son sınıf öğrencilerinin bilgilendirme sonrasında hemşirelik mesleğine yönelik olumlu tutumlarının arttığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik; meslek; öğrenciler; tutum

¹Dr. Öğretim Üyesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. kirbas1972@hotmail.com, 0000-0003-4030-5442

^{2*}Araştırma Görevlisi, Ebelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. elifaktas@bayburt.edu.tr, 0000-0002-3435-7118

³Araştırma Görevlisi, Hemşirelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. lalemervetoraman@gmail.com, 0000-0001-6089-0971

⁴Araştırma Görevlisi, Ebelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. hafsakubra@yahoo.com, 0000-0002-2472-6987

⁵Dr. Öğretim Üyesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. vahide1818@gmail.com, 0000-0003-3481-9500

⁶Dr. Öğretim Üyesi, Hemşirelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. ebrusonmez85@hotmail.com, 0000-0001-7337-4853

⁷Dr. Öğretim Üyesi, Hemşirelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. huseyingunes@bayburt.edu.tr, 0000-0001-5313-0819

⁸Öğretim Görevlisi, Hemşirelik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye. demirbas.zahide@gmail.com, 0000-0003-0127-8357

1. Introduction

Choice of a profession is to decide on the profession that an individual thinks they can do best among all other career options and believe will bring them the highest satisfaction (Özveren et al., 2017). It is a very important decision as it shapes the person's future lifestyle (Bölükbaş, 2018). High school is a time when young people are required to make a career choice that will affect their future in all aspects. The key for people to be successful and happy in their lives is choosing a profession that suits their personal traits and which they have developed a positive attitude towards (Çeçen et al., 2020). This is even more so when it comes to the nursing profession (Güven, 2019). In a previous study, it was stated that the most effective factor in choosing the nursing profession was the "attitude dimension" (Al-Omar, 2004). Persons who choose and practice the profession of nursing with a negative attitude may exhibit the same negativity in their behavior while working as a nurse (Güven, 2019). Therefore, it is important to know future nurse candidates' attitude towards the profession. In this sense, it is suggested that, along with the reasons why a student chooses nursing as a profession, their overall attitude towards the profession should be determined and developed in a positive direction (Semerci and Semerci, 2004). Nursing is a profession that needs to be chosen knowingly and willingly in order for the nursing profession, which has very important responsibilities in protecting, improving and enhancing human health, to develop and for individuals practicing this profession to be successful (Pazarcıkçı and Dilmen, 2009).

Research has shown that when choosing the nursing profession, students ground this choice on factors like "securing employment" and "acceptance to university", usually without having knowledge about the profession per se (Bölükbaş, 2018; Ergün and Güzel, 2016; Karadağ et al., 2015). In a study by Koç and Sağlam (2009), 20.2% of high school students reported that the reason for choosing the nursing profession was the desire to help people, the opportunity to find a job, the interest they take in the profession, and the wish of their teachers and/or parents. It has also been reported that students preferring the nursing profession are not familiar with the working conditions and do not have sufficient knowledge about the profession (Aktaş and Gürkan, 2015). In a study by Eskimez et al. (2008), it was determined that although female senior high school students expressed positive opinions about the nursing profession, they did not have sufficient knowledge about it. For this reason, students should be informed so they can get to know the nursing profession better (Koç and Sağlam, 2009).

While there are descriptive studies in the literature (Koç and Sağlam, 2009; Güven, 2019; Taşkiran et al., 2020; Sümen et al., 2022) investigating into the views and attitudes of senior high school students and nursing students towards the nursing profession, no study has been found that evaluates the attitudes of high school seniors before and after information provision. It was against this background that the researchers of this study felt the need to investigate the attitudes of young people in the last year of high school, expected to choose a profession, towards the nursing profession before and after information provision. It is thought that informing senior high school students about the nursing profession within the scope of this study will contribute to the literature in terms of evaluating their attitude towards the profession. The primary objective of the study was to measure and evaluate senior high school students' attitude towards the nursing profession before and after information provision.

1.1. Research Hypotheses

Hypothesis 0 (H0): There is no difference in the mean scores of students' attitudes towards the nursing profession before and after information provision.

Hypothesis 1 (H1): There is a difference in the mean scores of students' attitudes towards the nursing profession before and after information provision.

2. Material and Methods

2.1. Study design and participants

The research was conducted with one-group pretest-posttest experimental design, which is a quantitative research method. Research population consisted of senior students enrolled in high schools in a province in Turkey's Eastern Black Sea Region in 2021-2022 spring semester. There are a total of 13 high schools in that province. Since all public high schools receive the same amount of funding from the state, there is no socioeconomic difference between schools. The number of senior students studying in these high schools is 830 in the city center and 906 in total. The reason why senior high school students were selected for the study was that these students are nearing graduation, and hence, are required to plan their future careers. The study did not employ the sampling method, but instead, the whole population was tried to be reached. A total of 438 students who agreed to participate in the study and filled out the data collection tools in a complete manner were included in the study.

First, the participants were asked to fill out both the personal information form and ASNP. Afterwards, information about the nursing profession was provided with the materials prepared to familiarize the students with the profession. The information given to the students contained the definition of nursing, assignment and working conditions of the profession. Lastly, the participants were asked to fill out the ASNP again. The data were collected in the students' own classrooms in about one class hour, taking care not to disrupt the education and lectures of the students.

2.2. Questionnaire

Research data were collected face-to-face from 01 April to 15 June 2022 using a "Personal Information Form", which was prepared by the researchers and included the sociodemographic characteristics of the students and their families, and the "Attitude Scale for Nursing Profession (ASNP)". Personal Information Form: The personal information form was created by the researchers based on a review of relevant literature (Eskimez et al., 2008; Güven, 2019; Koç and Sağlam, 2009). It is a 14-item questionnaire including questions about gender, age, family type, income status and the like. Attitude Scale for Nursing Profession (ASNP): Developed by İpek Çoban and Kasikci (2011), ASNP is a Likert-type 40-item scale. Each response on this Likert-type scale is rated from 1 to 5. The scoring for positive items was 1 ("strongly disagree"), 2 ("disagree"), 3 ("neutral"), 4 ("agree") and 5 ("strongly agree"). The reverse scored items of ASNP were the items numbered 21, 23, 25, 26, 28, 30, 34 and 38. The scale has three sub-dimensions: characteristics of the nursing profession (1-18), preference for the nursing profession (19-31) and attitude towards the general state of the nursing profession (32-40). The higher the score obtained from the scale, the higher the respondent's positive attitude towards the nursing profession. A minimum of 40 and a maximum of 200 points can be obtained from

the scale. A total score of above 120 is suggestive of a positive attitude towards the profession. The Cronbach's Alpha coefficient of the scale is 0.91. The Cronbach's Alpha coefficient in our study was found to be 0.84.

2.3. Data analysis

Data were analyzed by IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v25. Statistical significance level was accepted as $p < 0.05$. Normal data distribution was measured using the Kolmogorov-Smirnov normality test. Number and percentage were used for descriptive statistics; and mean (\bar{X}) \pm standard deviation (SD) and minimum-maximum values were used for continuous variables. Parametric tests were applied as the data were seen to be normally distributed. Paired Samples Test was used for pretest and posttest analysis.

2.4. Ethical considerations

Scientific and universal principles were followed in this study. In this regard, the principles of informed consent, autonomy, protection of confidentiality and privacy, equity, and nonmaleficence/beneficence were abided by. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki. The study was approved by the Ethics Committee of a university (15.03.2022/64-04). Prior to research, permission was obtained from the Provincial Directorate of National Education of the province where the research was conducted, as well as written consents of the students' parents. Before data collection, researchers informed the students about the study and obtained their verbal/written consents. Those who volunteered were included in the study.

2. Results

The students' identifying characteristics are given in Table 1.

Table 1. Distribution of Students' Identifying Characteristics

| Variables | n | % |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------|
| Age | mean=17.70 \pm 0.64 | (min=16, max=21) |
| Gender | | |
| Female | 219 | 50.0 |
| Male | 219 | 50.0 |
| Family type | | |
| Nuclear/Single-Parent | 326 | 74.4 |
| Large family | 112 | 25.6 |
| Income status | | |
| Income less than expenses | 76 | 17.4 |
| Income equal to expenses | 276 | 63.0 |
| Income greater than expenses | 86 | 19.6 |
| Maternal educational background | | |
| Illiterate / literate | 29 | 6.6 |
| Elementary school | 231 | 52.7 |
| Secondary school | 109 | 24.9 |
| High school | 48 | 11.0 |
| University graduate or higher degree | 21 | 4.8 |

Table 1 (continued)

| Variables | n | % |
|------------------------------------------------|------------|------------|
| Paternal educational background | | |
| Illiterate / literate | 17 | 3.9 |
| Elementary school | 113 | 25.8 |
| Secondary school | 112 | 25.6 |
| High school | 121 | 27.6 |
| University graduate or higher degree | 75 | 17.1 |
| Maternal work status | | |
| Yes | 53 | 12.1 |
| No | 385 | 87.9 |
| Paternal work status | | |
| Yes | 374 | 85.4 |
| No | 64 | 14.6 |
| Number of siblings | | |
| No siblings | 10 | 2.3 |
| 1 | 78 | 17.8 |
| 2 | 197 | 45.0 |
| 3 | 104 | 23.7 |
| 4 or more | 49 | 11.2 |
| School | | |
| Science High School | 59 | 13.5 |
| Anatolian High School | 205 | 46.8 |
| Vocational and Technical Anatolian High School | 54 | 12.3 |
| Anatolian Imam Hatip High School | 82 | 18.7 |
| Multi-Program Anatolian High School | 38 | 8.7 |
| School success | | |
| Low | 10 | 2.3 |
| Average | 165 | 37.7 |
| Good | 190 | 43.4 |
| Very good | 73 | 16.7 |
| Nurse in the family? | | |
| Yes | 151 | 34.5 |
| No | 287 | 65.5 |
| Ever been to a hospital? | | |
| Yes | 332 | 75.8 |
| No | 106 | 24.2 |
| Preference for the nursing profession | | |
| Yes | 119 | 27.2 |
| No | 319 | 72.8 |
| Total | 438 | 100 |

Table 2 shows the distribution of the students' pretest and posttest ASNP total and sub-dimension scores. The students' pretest and posttest ASNP mean scores were 140.42 ± 19.37 (86-188) and 142.09 ± 21.46 (79-192), respectively. Based on a comparison of pretest and posttest ASNP total scores, the difference was found to be statistically significant ($p < 0.05$). No

significant difference was found between the students' pretest and posttest scores for "characteristics of the nursing profession" ($p>0.05$). On the other hand, a significant difference was found between the students' pretest and posttest scores for "preference for the nursing profession" and "attitude towards the general state of the nursing profession" ($p<0.05$) (Table 2).

Table 2: Distribution of students' pretest and posttest ASNPs total and sub-dimension scores.

| ASNPs Sub-Dimension Scores | Pretest Mean \pm SD (Min-Max) | Posttest Mean \pm SD (Min-Max) | Test p değeri |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| Characteristics of the nursing profession | 69.43 \pm 11.23 (32-90) | 69.51 \pm 12.44 (25-90) | t=-0.210 p=0,834* |
| Preference for the nursing profession | 41.11 \pm 9.06 (17-65) | 42.03 \pm 9.22 (13-65) | t=-2.848 p=0,005* |
| Attitude towards the general state of the nursing profession | 29.87 \pm 4.21 (17-41) | 30.54 \pm 4.26 (16-40) | t=-3.629 p=0,000* |
| ASNPs Total Score | 140.42 \pm 19.37 (86-188) | 142.09 \pm 21.46 (79-192) | t=-2.647 p=0,008* |

*Paired Samples Test

4. Discussion

Nursing is a profession that deals with human health, and it comes with certain challenges and requires a high level of occupational professionalism (Glerean et al., 2017; Maymoun and Sohail, 2020). It is important for the development of the profession that people who will choose the nursing profession have knowledge about, and a positive attitude towards, the profession (Ergün and Güzel, 2016; Koç and Sağlam, 2009; Güven, 2019). The results of this research shed light on the attitudes of senior high school students towards the nursing profession before and after information provision. The study revealed that senior high school students' attitude towards the nursing profession was positive before information provision and that this positive attitude increased further after information provision (Table 2). Eskimez et al. (2008) reported in their study that although female senior high school students expressed positive opinions about the nursing profession, they did not have sufficient knowledge about it. Explaining the characteristics and all aspects of the nursing profession to high school seniors will positively affect their attitude towards the profession. Even though there is no study in the literature evaluating the attitude towards the nursing profession before and after information provision, the results of descriptive studies available in the literature have shown that students' attitudes towards the nursing profession are positive (Sümen et al., 2022; Seval and Sönmez, 2020; Güven, 2019; Al Mutair and Redwan, 2016; Zencir and Eşer, 2016; Akoijam and Akoijam, 2015).

In our study, it was observed that students' attitudes towards the characteristics of the nursing profession were positive, which is similar to the findings of previous studies (Güven, 2019; Seval and Sönmez, 2020; Sümen et al., 2022). A positive attitude towards the characteristics of the nursing profession will contribute to the development of the profession.

In our study, students' attitudes in terms of preference for the nursing profession were positive before information provision. The same positive attitude was observed increasingly after information provision. Similar studies found that students thinking to choose the nursing profession had a positive perception and attitude towards the profession (Güven, 2019; Ak et al., 2021). Students' attitude towards the profession will not only affect their preference/non-preference for the profession, but also the satisfaction and success they will get from the profession in working life. It is believed that students preferring this profession with a positive attitude will reflect this positivity on their individual behaviors in their future working life as a nurse.

The present study showed that before information provision, the students had a positive attitude towards the general state of the nursing profession and that this positive attitude increased after information provision. This finding is similar to the results of previous studies stating that students' attitudes towards the general state of the nursing profession were positive (Seval and Sönmez, 2020; Güven, 2019; Sümen et al., 2022). The increase observed in the students' positive attitude towards the general state of the nursing profession after information provision is indicative of the importance of informing high school students about the nursing profession.

4.1. Study Limitations

One of the study's limitations was that the study results could only be generalized to high school seniors who participated in the study. Another limitation is that the researchers only worked with one group, without inclusion of a control group. Notwithstanding the foregoing, the high number of participants reflects the strength of the study. It is recommended that randomized controlled trials be conducted for further research.

5. Conclusion

The study showed that the attitudes of senior high school students towards the nursing profession were positive both before and after information provision, and that this positive attitude increased after information provision.

In this sense, it is recommendable that high schools counseling services, nursing academicians, nursing service managers and nursing associations engage in collaborative activities with a view to increasing the positive attitude towards the nursing profession.

Considering that senior high school students are at a stage that requires them to choose a profession, creating career education programs in high schools that explain the nursing profession and organizing panels about the profession where nurses and academics will give comprehensive information about the profession can be an effective tool in introducing, and informing high school students about, the nursing profession.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti hâlinde Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı:

ZÖK, EOA, MMT, HKI: Giriş

HG, ESS, ZA: Literatür

VŞÇ, ZÖK: Metodoloji

ZÖK, EOA: Sonuç

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Avrasya University Journal of Healthy Sciences has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's authors.

Author Contributions: Author contributions are below;

ZÖK, EOA, MMT, HKI: Introduction

HG, ESS, ZA: Literature

VŞÇ, ZÖK: Methodology

ZÖK, EOA: Conclusion

Kaynaklar

Ak, B., Bilgin Çıtak, N., Erol, F., & Cerit, B. (2021). Determining perceptions of university students about nursing profession. *Journal of Kırıkkale University Faculty of Medicine*, 23(3), 559–568. <https://doi.org/10.24938/kutfd.970979>

Akoijam, M. D., & Akoijam, S. D. (2015). Knowledge and attitude toward nursing as profession and their preference for nursing as a career among senior secondary students. *International Journal of Applied Research*, 1, 401–403.

Aktaş, H., & Gürkan, G. Ç. (2015). Mediating role of occupational commitment in the interactions of work-family & family-work conflict with individual performance: A research on nurses. *Journal of Doğuş University*, 16(2), 139–154.

Al Mutair, A., & Redwan, F. (2016). Undergraduate Saudi nursing students' attitudes towards nursing profession. *Journal of Nursing & Care*, 5(329), 2167–1168. <https://doi.org/10.4172/2167-1168.1000329>

Al-Omar, B. A. (2020). Knowledge, attitudes and intention of high school students towards the nursing profession in Riyadh city, Saudi Arabia. *Saudi Medical Journal*, 25, 150–155.

Bölükbaş, N. (2018). Occupational selection of nursing students and the effecting factors. *Ordu University Journal of Nursing Studies*, 1(1), 10–17.

Çeçen, S., Lafçı, D., & Yıldız, E. (2020). Investigation of the relationship between nursing department students' professional personality types and attitudes towards profession. *Journal of Health Academics*, 7(3), 169–174.

Ergün, G., & Güzel, A. (2016). Analysis of the factors affecting the choice of profession of the first and last students at nursing department in school of health. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1271–1284. <https://doi.org/10.14687/ijhs.v13i1.3664>

Eskimez, Z., Öztunç, G., & Alparslan, N. (2008). Opinions of last year high school girls about nursing. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Nursing Journal*, 15(1), 58–67.

Glerean, N., Hupli, M., Talman, K., & Haavisto, E. (2017). Young peoples' perceptions of the nursing profession: An integrative review. *Nurse Education Today*, 57, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.07.008>

Güven, Ş. D. (2019). Determination of senior high school students' attitudes towards the nursing profession: Example of Nevşehir province. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 10(1), 6–11. <https://doi.org/10.18663/tjcl.324101>

Ipek Coban, G., & Kasikci, M. (2011). Development of the attitude scale for nursing profession. *International Journal of Nursing Practice*, 17(5), 518–524. <https://doi.org/10.1111/j.1440-172x.2011.01961>

Karadağ, G., Pekmezci, S., & Sapçı, E. (2015). Thought and expectations of nursing students through education and professional. *Gaziantep Medical Journal*, 25(1), 26–31. <https://doi.org/10.5455/GMJ-30-168148>

Koç, Z., & Sağlam, Z. (2009). The determination of the high school last class students' opinions related to nursing job with job's are prefer states. *Anatolia Journal of Nursing and*

Health Sciences, 12(3), 1–11.

Maymoun, N., & Sohail, M. S. (2020). Who wants to be a nurse? Understanding Emirati female students' knowledge and attitudes about nursing as a career. *Nursing Education Perspectives*, 41(3), E14–E19. <https://doi.org/10.1097/01.nep.0000000000000659>

Özveren, H., Gülnar, E., & Özden, D. (2017). Determination of the factors that affect the choice of career of the nursing students. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 8(2), 57–64. <https://doi.org/10.18663/tjcl.320040x>

Pazarcıkçı, F., & Dilmen, B. (2019). Examining the correlation between factors affecting the choice of profession of freshmen in nursing education and their submissive behaviours. *Suleyman Demirel University Visionary Journal*, 10(25), 599–611. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.590976>

Semerci, N., & Semerci, Ç. (2004). Attitudes toward teaching in Turkish. *Fırat University Journal of Social Science*, 14(1), 137–146.

Seval, M., & Sönmez, M. (2020). Relationship between the attitudes and image perceptions of nursing students' profession. *Health Academy Kastamonu*, 5(1), 19–35. <https://doi.org/10.25279/sak.481182>

Sümen, A., Teskereci, G., Aksoy, S., Ergen, Z., Ala, M., & Üzüm, F. (2022). Examining perceptions and attitudes of nursing students regarding their image of nursing profession. *Ordu University Journal of Nursing Studies*, 5(1), 75–83. <https://doi.org/10.38108/ouhcd.852072>

Taşkıran, N., Nurullah, K., Kıvrak, E. N., Türkseven, N., & Yıldırım, G. Ö. (2020). The opinions of the senior nursing students on the nursing profession, roles, and the future of nursing. *Journal of Pre-Hospital*, 5(1), 43–56.

Zencir, G., & Eşer, İ. (2016). Nursing students' attitudes towards the nursing profession, nursing preferred with the relationship between: Example of Turkey. *E-Journal of Dokuz Eylül University Nursing Faculty*, 9(2), 30–37.

Diyabetes Mellituslu Hastalarda Dental İmplantların Biyomekaniği

Sema Nur SEVİNÇ GÜL^{1*}, Faezeh NADERLOU²

Öz

Bu çalışmanın amacı, dental implant başarısında kritik bir rol oynayan osseointegrasyon süreci üzerine diyabetes mellitusun (DM) etkilerini değerlendirmektir. Literatürde yer alan deneysel hayvan çalışmaları ve insanlarda yapılan uzun dönemli klinik araştırmalar incelenerek diyabetin implant stabilitesi, osseointegrasyon ve alveolar kemik iyileşmesi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Kontrolsüz diyabetik bireylerde periodontal hastalık prevalansı, diş kaybı, oral enfeksiyon insidansı ve yara iyileşmesinde gecikme oranlarının arttığı görülmektedir. Diyabete bağlı osseointegrasyon bozukluklarının temel mekanizmaları arasında hiperglisemiye bağlı kronik inflamasyon, ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) birikimi ve artmış reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi öne çıkmaktadır. Bu biyolojik süreçler kemik rezorpsiyonunu artırmakta, kemik oluşumunu azaltmakta ve fibroblast fonksiyonlarını bozarak yara iyileşmesini olumsuz etkilemektedir. Hayvan çalışmalarında diyabetin periodontal rejenerasyon ve osseointegrasyon üzerinde belirgin olumsuz etkileri gösterilmiştir. Ancak insanlarda yapılan uzun dönemli çalışmalarda, diyabetik ve diyabetik olmayan bireyler arasında implant başarısı açısından benzer sonuçlar bildirilmiştir. Diyabet, özellikle kontrolsüz seyrettiğinde osseointegrasyon sürecini olumsuz etkileyebilmekte ve implant başarısını riske atabilmektedir. Ancak mevcut klinik kanıtlar, iyi kontrol edilen diyabetik bireylerde implant tedavisinin başarı oranlarının diyabetik olmayanlarla karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyomekanik; dental implant; diabetes mellitus; osseointegrasyon; stabilite

The Biomechanics of Dental Implants in Diabetes Mellitus Patients

Abstract

This study aims to investigate the impact of diabetes mellitus (DM) on the osseointegration process, which constitutes a critical determinant of dental implant success. A comprehensive review of experimental animal studies and long-term clinical investigations in humans was conducted to evaluate the influence of diabetes on implant stability, osseointegration, and alveolar bone healing. Uncontrolled diabetes has been consistently associated with an increased prevalence of periodontal disease, tooth loss, higher incidence of oral infections, and delayed wound healing. The underlying mechanisms contributing to diabetes-related impairment of osseointegration include chronic hyperglycemia-induced inflammation, accumulation of advanced glycation end products (AGEs), and excessive production of reactive oxygen species (ROS). These pathophysiological processes promote bone resorption, impair bone formation, and disrupt fibroblast function, ultimately compromising wound healing. While animal studies have demonstrated pronounced adverse effects of diabetes on periodontal regeneration and osseointegration, long-term clinical studies in humans have generally reported comparable implant survival rates between diabetic and non-diabetic cohorts. Diabetes, particularly when poorly controlled, may adversely affect osseointegration and jeopardize implant success. Nevertheless, current clinical evidence suggests that in well-controlled diabetic patients, implant therapy achieves success rates comparable to those observed in non-diabetic individuals.

Keywords: Biomechanic; dental implant; diabetes mellitus; osseointegration; stability

¹Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Ana Bilim Dalı, semanursevinc@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0699-917X.

²Doktora Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Ana Bilim Dalı, f.naderlo@yahoo.com, ORCID: 0009-0003-7190-0700.

1. Giriş

Osseointegrasyon, implantın başarısı için kritik öneme sahip olup, implant yüzeyi ile çevre kemik dokusu arasında doğrudan yapısal ve fonksiyonel bir bağlantının oluşmasını ifade eder (Cosola, 2025). Bu süreç, implant stabilitesine bağlıdır. Primer stabilite, implantın yerleştirilmesinden hemen sonra sağlanan mekanik sabitliktir ve kemik kalitesi, implant tasarımı ile cerrahi teknikten etkilenmektedir. Sekonder stabilite ise kemik dokusunun implant yüzeyine biyolojik olarak bağlanmasıyla ortaya çıkan osseointegrasyon sürecini yansıtır (Pandey vd., 2022). Zaman içerisinde primer stabilite, biyolojik stabiliteye dönüşerek implantın uzun dönem başarısını belirler. Ancak diyabet mellitus (DM) gibi sistemik hastalıklar, özellikle kontrolsüz olduğunda, osseointegrasyon sürecini olumsuz etkileyebilmekte ve implant tedavisinin başarısını riske atabilmektedir.

Diyabetik bireylerde periodontal hastalık prevalansı, diş kaybı oranı, yara iyileşmesinde gecikme ve oral enfeksiyon insidansının arttığı bildirilmektedir (Abiko vd., 2010; Khader vd., 2006) Özellikle kontrol altında olmayan diyabet olgularında gecikmiş yara iyileşmesi (Golden vd., 1999), osseointegrasyonun yavaşlaması (Chrcanovic vd., 2014; Moraschini vd., 2016) ve marjinal kemik kaybı (Jiang vd., 2021; Souto- Maior vd., 2019) gözlenmektedir. Diyabete bağlı osseointegrasyon bozukluklarının mekanizması tam olarak açıklığa kavuşturulamamış olsa da; hiperglisemiye bağlı kronik inflamasyon (Andriankaja vd., 2012; Pacios vd., 2012; Pacios vd., 2013), ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) birikimi (Catalfamo vd., 2013; Alikhani vd., 2007) ve artmış reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi (Bai vd., 2004; Mody vd., 2001; Yao vd., 2010), kemik rezorpsiyonunu artırmakta ve kemik oluşumunu azaltmaktadır. Ayrıca oksidatif stres, fibroblastların proliferasyonunu ve migrasyonunu bozarak yara iyileşmesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kido vd., 2017; Buranasin vd., 2018). Takeda ve ark. tarafından yapılan hayvan çalışmalarında diyabetin periodontal doku rejenerasyonunu engellediği bildirilmiştir (Takeda vd., 2018). Bununla birlikte alveolar kemik iyileşmesinin, uzun kemiklere kıyasla daha uzun sürdüğü de gösterilmiştir (Mouraret vd., 2014). Diyabetik hastalarda implantlardaki osseointegrasyon süreci, metabolik bozukluklar nedeniyle olumsuz etkilenebilir (Sachelarie vd., 2025). Ayrıca implantların oral mikrofloraya doğrudan maruz kalması, diyabetin implant başarısı üzerindeki etkilerini artırabilmektedir. Bu nedenle konuyla ilgili pek çok araştırma hayvan modelleri üzerinde yürütülmüştür (Du vd., 2016; Hou vd., 2019; Yu vd., 2018). Deneysel çalışmalar, diyabetin osseointegrasyonu olumsuz etkilediğini ortaya koyarken (Takeshita vd., 1998; Giglio vd., 2000; Mc Cracken vd., 2000), insanlarda yapılan uzun dönemli araştırmalarda diyabetik ve diyabetik olmayan bireyler arasında implant başarısı açısından benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Balshi vd., 1999; Shernoff vd., 1994).

2. Diyabet ve Osseointegrasyon

Osseointegrasyon, dental implant başarısı için kritik öneme sahip olup, implant yüzeyi ile çevre kemik dokusu arasında doğrudan yapısal ve fonksiyonel bir bağlantının oluşmasıyla tanımlanır (Cosola, 2025). Bu süreç implant stabilitesine bağlıdır. Primer stabilite, implantın yerleştirilmesinden hemen sonra sağlanan mekanik sabitlik iken, sekonder stabilite kemik dokusunun implant yüzeyine biyolojik bağlanmasıyla ortaya çıkar (Pandey vd., 2022). Zamanla primer stabilite biyolojik stabiliteye dönüşerek implantın uzun dönem başarısını belirler.

3. Diyabetin Osseointegrasyon Üzerindeki Biyolojik Mekanizmaları

Diyabet mellitus (DM), özellikle kontrolsüz seyrettiğinde, bu süreci olumsuz etkileyebilmektedir. Diyabetik bireylerde periodontal hastalık prevalansı, diş kaybı oranı, yara iyileşmesinde gecikme ve oral enfeksiyon insidansı artış göstermektedir (Abiko vd., 2010) (Khader vd., 2005). Diyabet, kronik hiperglisemi ile karakterize olduğundan, osseointegrasyonu çeşitli biyolojik yollarla bozar:

Oksidatif Stres ve Reaktif Oksijen Türleri (ROS): Yüksek glikoz seviyeleri, reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimini indükleyerek oksidatif stresi artırır (Saito vd., 2022). Bu durum, kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücrelerinin (BMMSC'ler) proliferasyonunu ve kalsifikasyonunu önemli ölçüde baskılar, bu da osseointegrasyonun bozulmasına yol açar (Saito vd., 2022). Diyabetik grupta, peri-implant kemikte süperoksit dismutaz 1 ekspresyonunun mRNA seviyesinde ve immünohistokimyada anlamlı derecede düşük olması, oksidatif strese karşı korumanın eksikliğini göstermektedir (Hu vd., 2017). N-asetil-L-sistein (NAC) gibi antioksidanların, yüksek glikozun BMMSC'ler üzerindeki olumsuz etkilerini geri çevirme potansiyeli gösterilmiştir (Saito vd., 2022).

İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE'ler): Kronik hiperglisemi, periodontal dokularda geri dönüşü olmayan ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE'ler) birikimine neden olur (Ahmad vd., 2025) (Javed ve Romanos, 2019). Bu AGE'ler, kollajen ve ekstraselüler matrisin sentezini, olgunlaşmasını ve bakımını olumsuz etkiler (Ghiraldini vd, 2016). Peri-implant sulkus sıvısındaki AGE seviyeleri, prediyabetik ve tip 2 diyabetik hastalarda diyabetik olmayan hastalara göre anlamlı ölçüde daha yüksektir ve sondlama derinliği (PD) ile marjinal kemik kaybı (MBL) ile pozitif korelasyon gösterir. Bu da AGE'lerin peri-implant iltihabında önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir (Arabiah vd., 2018).

Sistemik Kronik Enflamasyon: Diyabet, sistemik kronik iltihaplanmayı artırır, bu da artan apoptoz, azalan kemik oluşumu ve artan kemik rezorpsiyonuna yol açar (Yao vd., 2010). Diyabetik grupta, peri-implant alveolar kemikte TNF- α , IL-6, iNos ve Nox2 gibi enflamatuar belirteçlerin mRNA ekspresyon seviyeleri anlamlı derecede yüksektir (Saito vd., 2022).

Hayvan çalışmaları, diyabetin periodontal doku rejenerasyonunu bozduğunu (Takeda vd., 2018) ve alveolar kemik iyileşmesinin uzun kemiklere kıyasla daha yavaş olduğunu ortaya koymuştur (Mouraret vd., 2014). Ayrıca implantların oral mikrofloraya doğrudan maruz kalması, diyabetin implant başarısı üzerindeki olumsuz etkilerini artırmaktadır (Sachelarie vd., 2025; Du vd., 2016; Hou vd., 2019; Yu vd., 2018). Nitekim deneysel hayvan modellerinde diyabetin osseointegrasyonu olumsuz etkilediği gösterilmiş olsa da (Takeshita vd., 1998) (Giglio vd., 2000; McCracken vd., 2000), insanlarda yapılan uzun dönemli çalışmalarda diyabetik ve diyabetik olmayan bireyler arasında implant başarısı açısından benzer sonuçlar bildirilmiştir (Balshi vd., 1999; Shernoff vd., 1994).

İyi tasarlanmış hayvan çalışmaları, implant osseointegrasyonu üzerine diyabetin etkilerini anlamada kritik moleküler ve hücresel kanıtlar sunmaktadır. Bununla birlikte, literatürde Tip 1 diyabetes mellitus (T1DM) modellerine odaklanmanın daha yaygın olduğu görülmektedir; bunun nedeni, T1DM indüksiyonunun T2DM'ye göre daha kolay ve maliyet etkin olmasıdır. Çalışmalarda kullanılan hayvan türleri, diyabet indüksiyonu yöntemleri, ilaç uygulamaları ve implant yerleştirme bölgeleri arasında önemli metodolojik farklılıklar mevcuttur.

Hiperglisemik seviyelerin genellikle yüksek seyretmesi, insanlardaki kötü kontrol edilen diyabeti yansıtırken, protokol tutarsızlıkları ve standardizasyon eksikliği, bulguların güvenilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca hayvan modeli çalışmalarında elde edilen bulgular ile klinik uygulamalar arasında belirgin tutarsızlıklar bulunmaktadır. Bu durum; glisemik kontrol düzeylerindeki değişkenlik, farklı çalışma süreleri, ilaç dozajları ve uygulama protokollerindeki metodolojik farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Kemik metabolizması, sistemik sağlık durumu ve lokal peri-implant çevre arasındaki karmaşık etkileşim, diyabetik bireylerde implant tedavisinin yönetimini güçleştirmektedir. Bu nedenle, gelecekteki araştırmaların standardize edilmiş deneysel protokoller kullanarak anti-diyabetik ilaçların ve lokal tedavi stratejilerinin uzun dönem implant başarısı üzerindeki etkilerini değerlendirmesi önem taşımaktadır. Daha büyük hayvan modellerinde ve intraoral implant uygulamalarında yapılacak çalışmalar, mevcut kemirgen temelli bulguların klinik geçerliliğini test etmek açısından gereklidir. Sonuç olarak, diyabetin farklı tipleri ve hastalık süreleri dikkate alınarak yürütülecek kapsamlı preklinik araştırmalar, implant başarısını artırmaya yönelik daha etkili terapötik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Ghorbani vd., 2024).

4. Diyabetin İmplant Biyomekaniği Üzerindeki Etkileri

Bu biyolojik değişiklikler, implantın mekanik stabilitesi ve uzun ömürlülüğü üzerinde doğrudan etkilere sahiptir:

Kemik-İmplant Teması (BIC) ve Mekanik Tutuculuk: Diyabetik hayvan modellerinde, kemik-implant teması (BIC) ve itme kuvvetleri (push-out load) kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede düşüktür (Saito vd., 2022). Kontrolsüz diyabette, implantların mekanik tutuculuğu olumsuz etkilenir ve daha yüksek kan şekeri seviyelerinin osseointegrasyonda daha ciddi değişikliklere yol açabileceği belirtilmiştir (Margonar vd., 2003).

Marjinal Kemik Kaybı (MBL): Diyabetik hastalarda, özellikle kötü kontrollü olanlarda, MBL daha fazladır (Arabiah vd., 2018). HbA1c seviyeleri %7'nin üzerinde olduğunda mezial ve distal MBL'de anlamlı farklılıklar kaydedilmiştir (Bai vd., 2024).

İmplant Sağkalım Oranı ve Stabilite: Kontrollü diyabet ($HbA1c < \%8$), implant sağkalım oranlarını önemli ölçüde etkilemez ve diyabetik olmayan popülasyonlarla karşılaştırılabilir oranlar gösterir (bir yılda %96.1-%97.3, beş yılda %87.3-%96.1) (James vd., 2024). Ancak kötü kontrollü diyabet ($HbA1c > \%8$) durumunda, peri-implant sağlık ölçütleri (MBL ve sondlama derinliği gibi) olumsuz etkilenir ve implant sağkalım oranı önemli ölçüde azalır (James vd., 2024). Osseointegrasyonun, kötü glisemik kontrole sahip diyabetik hastalarda daha yavaş olduğu ve bu durumun daha uzun bir iyileşme süresi gerektirdiği belirtilmiştir (Aldahlawi vd., 2021; Nourah vd., 2022). İmplant stabilitesi (Ostell ISQ değerleri ile ölçülen) diyabetik hastalarda başlangıçta daha düşük olabilir, ancak 12 aya kadar anlamlı iyileşmeler gösterir (Sachelarie vd., 2025).

5. Diyabetin İmplant Biyomekaniğine Etkisi

Diyabetin implant biyomekaniği üzerindeki etkileri primer/sekonder stabilite, insersiyon torqu ve rezonans frekans analizi (RFA) ile değerlendirilmiştir. Kontrollü diyabetli bireylerde stabilite sağlıklı bireylerle benzer bulunurken, kötü kontrollü diyabetli olgularda primer stabilite kaybı, mikro hareket artışı ve marjinal kemik kaybı daha sık gözlenmiştir.

RFA, primer stabiliteyi invaziv olmayan şekilde değerlendirmekte ve iyileşme sürecinde sekonder stabilitenin izlenmesine olanak sağlamaktadır (Warram vd., 1990). İmplant stabilite katsayısı (ISQ) 1–100 arasında değişmekte olup yüksek değerler daha fazla stabiliteyi ifade eder (Henderson vd., 2019). Çıkarma torku testi de pratik bir yöntem olarak kullanılmakta, 20 N·cm üzerindeki değerler stabilite lehine kabul edilmektedir (Wu vd., 2020). İmplant yerleştirilmesinden sonraki 20–60 gün arası, osteoklastik aktivitenin artması nedeniyle primer stabilitenin azaldığı kritik bir dönemdir. Bu süreçte implant üzerine binen yükler mikro hareketlere sebep olarak osseointegrasyonu olumsuz etkileyebilir (Ferreira vd.,2006; Lee vd., 2014).

Prospektif bir kohort çalışmasında tip 2 diyabetes mellituslu (T2DM) hastalarda implant stabilitesi, RFA ile değerlendirilmiş ve 6 ile 12 aylık takiplerde ISQ değerlerinde anlamlı artış saptanmıştır. Bununla birlikte diyabetik grupta başlangıç ISQ değerlerinin sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ancak takip sürecinde hem Periotest hem de ISQ ölçümlerinde iyileşme gözlenmiş ve 12. ayda stabilite seviyeleri klinik olarak kabul edilebilir düzeylere ulaşmıştır (Sachelarie vd., 2025). Bu sonuçlar, diyabetin özellikle erken dönemde primer stabiliteyi olumsuz etkileyebileceğini, ancak iyi metabolik kontrol altında sekonder stabilitenin zamanla sağlanabileceğini düşündürmektedir.

Cameron ve ark., kemik-implant arayüzündeki mikro hareketlerin 50–150 µm arasında tolere edilebildiğini, bu sınırın aşılmasının osseointegrasyonu engellediğini bildirmiştir (Tsolaki vd., 2009). Brunski ve ark. ise, bu mikro hareketlerin iyileşme döneminde osseointegrasyonun başarısında belirleyici olduğunu ve immediate yükleme protokollerinin teorik temelini oluşturduğunu vurgulamıştır (Jeffcoat vd., 2005). Dolayısıyla, primer stabilite uzun dönemli osseointegrasyon için ön koşuldur (Ballantyne vd., 2015).

FEA çalışmaları, diyabetik bireylerde kemik yoğunluğu ve trabeküler yapının değişmesi nedeniyle implant etrafındaki stres dağılımının farklı olduğunu göstermektedir (Dantas vd., 2020). Özellikle abutment açısı ve implant geometrisi, kortikal ve trabeküler kemik üzerindeki gerilme yoğunluğunu belirgin şekilde etkilemektedir (Erdoğan vd., 2024). Ayrıca yeni implant tasarımlarına ilişkin bulgular, dişli geometri ve materyal farklılıklarının düşük kaliteli kemikte bile biyomekanik güvenliği artırabileceğini ortaya koymuştur (Park vd., 2025). Bu sonuçlar, diyabetik bireylerde implant planlamasında biyomekanik uyumun dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

6. Anti-diyabetik Tedaviler ve İmplant Başarısı

Diyabet tedavisinde kullanılan farmakolojik ajanların dental implant başarısı üzerindeki etkileri literatürde farklılık göstermektedir. İnsülin tedavisi, bazı çalışmalarda kemik–implant temasını (BIC) azalttığı bildirilirken (Fiorellini vd., 1999), diğerlerinde kemik oluşumu ve mineralizasyonu desteklediği rapor edilmiştir (Goodman vd., 1984). İnsülin ve metformin tedavileri ile ilgili literatürde çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Bazı çalışmalar insülinin kemik iyileşmesi ve osseointegrasyon üzerinde olumlu etkiler sağladığını gösterirken, diğerleri anlamlı bir fark ortaya koymamıştır (Javed & Romanos, 2009). Bu farklılıkların, çalışma tasarımları, hasta seçimi (kontrollü ve kontrolsüz diyabet olguları) ve metabolik kontrol düzeylerindeki heterojenlikten kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Chrcanovic et al., 2014). Ayrıca, deneysel model farklılıkları, ilaç dozları, uygulama süreleri ve metodolojik

yaklaşımlardaki çeşitlilikten kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Liu vd., 2022; Serrão vd., 2017). Özellikle streptozotosin ile indüklenen hayvan modellerinde metabolik yanıtın insülin duyarlılığına göre değişkenlik göstermesi, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Metformin ile yapılan in vitro araştırmalar, bu ajanın osteoblast proliferasyonu, farklılaşması ve mineralizasyonunu uyarabileceğini ortaya koymuştur (Cortizo vd., 2006; Jiao vd., 2008) (Kanazawa vd., 2008; Zhen vd., 2009). Moleküler düzeyde metforminin, hücrel enerji sensörü olan AMPK yolunu aktive ederek mitokondriyal fonksiyonu düzenlediği, oksidatif stresi azalttığı ve ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) birikimini engelleyerek osteoblastik aktiviteyi desteklediği bildirilmiştir (Hu vd., 2017; Zhen vd., 2010). Hayvan çalışmalarında metformin uygulamasının implant çevresi kemik iyileşmesini artırdığı, ancak kemik-implant teması üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı rapor edilmiştir (Inouye vd., 2014; Serrão vd., 2017). Bu farklılığın, doz ve uygulama süresi gibi metodolojik faktörlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

GLP-1 reseptör agonistleri (GLP-1RA), peri-implant ve periodontal sağlığın korunmasında umut verici ajanlar olarak öne çıkmaktadır. Hayvan çalışmalarında, kemik yeniden şekillenmesini destekledikleri, osteojenik gen ekspresyonunu artırdığı, inflamasyonu ve oksidatif stresi azalttıkları, ayrıca kemik kaybını sınırladıkları rapor edilmiştir (Shen vd., 2018; Wang vd., 2023). Klinik çalışmalarda da GLP-1 kullanan bireylerde, 12 ve 24 aylık takiplerde marjinal kemik kaybının insülin ve metformin gruplarına kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ahmad vd., 2025).

Ayrıca literatürde, insülin, GLP-1 reseptör agonistleri, DPP-4 inhibitörleri, biguanidler ve alfa-glukozidaz inhibitörleri gibi farklı anti-diyabetik sınıfların, glisemik kontrol, kemik metabolizması ve osseointegrasyon süreçleri üzerinde çeşitli etkiler oluşturduğu gösterilmiştir (Rokaya vd., 2020). İnsülin, kemik iyileşmesi üzerindeki doğrudan etkisiyle önemini korurken; metformin ve ekstenatid gibi ajanlar osteoblast aktivitesini destekleyip inflamasyonu azaltarak potansiyel faydalar sağlayabilmektedir. Buna karşın, bifosfonatlar gibi bazı ilaçlar kemik rejenerasyonunu olumsuz etkileyerek implant sonuçlarını sınırlayabilir (Kalaitzoglou vd., 2019).

Metformin ve GLP-1RA'ların kemik metabolizmasını uyarıp inflamatuvar yanıtı baskılamaları sayesinde implant başarısızlığı riskini azaltabileceği bildirilmiştir. Ayrıca insülin veya klorheksidin ile kaplanmış implant yüzeylerinin peri-implant dokularda inflamasyonu azaltma ve osseointegrasyonu destekleme yönünde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir. Ancak bu lokal ilaç salınım sistemlerinin uzun dönem etkinliği ve güvenliği hakkında daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır (Rokaya vd., 2020).

Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, anti-diyabetik ilaçların implant çevresi kemik dinamikleri üzerindeki etkilerinin yalnızca sistemik glisemik kontrol düzeyine değil, aynı zamanda hücrel enerji metabolizması, oksidatif stres tepkisi ve inflamatuvar düzenleme mekanizmalarına da bağlı olduğu görülmektedir.

7. Diyabetli Bireylerde İmplant Planlamasına Yönelik Öneriler

7.1. Pre-operatif Değerlendirme ve Tıbbi Stabilizasyon

İmplantasyon öncesinde, hastanın HbA1c düzeyi ve sistemik durumu dikkatle değerlendirilmelidir; zayıf glisemik kontrol, erken kemik iyileşmesinde sapsmalara yol açabilir (Oates vd., 2014). Kontrollü diyabetli bireylerde implant başarısının, diyabetik olmayanlara benzeyebileceği bildirilmiştir (Wagner vd., 2022)

7.2. Cerrahi Planlama ve Primer Stabiliteye Odaklanma

Cerrahi aşamada yüksek primer stabilite sağlanamadığında erken yükleme riski artar; HbA1c \geq %8,1 olan hastalarda implant stabilite düşüşleri daha belirgin olarak gözlenmiştir (Oates vd., 2014; Baldi vd., 2018). Primer stabilite, ileri osseointegrasyon başarısı için kritik bir unsur olarak kabul edilir (Wagner vd., 2022)

7.3. Yükleme Zamanlaması

İyi kontrol edilen diyabetli hastalarda (HbA1c $<$ %7) erken yükleme yapılabilirken, daha yüksek HbA1c seviyelerinde gecikmeli yükleme tercih edilmelidir (Oates vd., 2014). Sistemik derlemler, perioperatif anti-enfektif terapinin implant başarısını artırabileceğini belirtmektedir (Wagner vd., 2022). İyileşme süresinin uzatılması, daha geç yükleme protokollerinin tercih edilmesi, implant çevresi dokuların düzenli aralıklarla takip edilmesi ve sistemik ilaçların (özellikle hipoglisemik ajanların) perioperatif süreçte olası etkileşimlerinin göz önünde bulundurulması önemlidir (Moraschini et al., 2015). Ayrıca diyabetik hastalarda periimplant mukozitis ve periimplantitis riskinin daha yüksek olabileceği dikkate alınmalı ve koruyucu bakım protokolleri titizlikle uygulanmalıdır.

7.4. Perioperatif Enfeksiyon Kontrolü — Antisepsi + Antibiyotik

Destekleyici antibiyotik ve klorheksidin uygulamalarının, diyabetik hastalarda implant başarısını iyileştirmede standard protokol olarak önerildiği literatürde yer almaktadır. Bu yaklaşımlar, sistemik durumdan kaynaklanan yüksek enfeksiyon risklerini azaltmada önem arz eder (Wagner vd., 2022).

7.5. İlaç Etkileşimleri ve Sistemik Yönetim

Antidiyabetik ilaçların implant cerrahisi üzerindeki etkileri sınırlı olarak incelenmiş olup, özellikle metformin, insülin gibi ajanların kemik iyileşmesini etkileyebileceği araştırmalarda öne çıkarılmıştır. Sistemik ilaçların yara iyileşmesi, inflamasyon ve kemik metabolizmasına etkileri göz önünde bulundurulmalı ve multidisipliner koordinasyon sağlanmalıdır (Ghorbani vd., 2024).

8. Sonuç

Literatür, diyabetin implant başarısı açısından önemli bir risk faktörü olduğunu ortaya koymaktadır. Glisemik kontrolün sağlanması implant stabilitesi ve uzun dönem başarısı için kritik öneme sahiptir. Kontrollü diyabetli bireylerde implant tedavisinin başarıyla uygulanabileceği, ancak kötü kontrol durumunda komplikasyon riskinin arttığı görülmektedir. Diyabet, osseointegrasyon sürecini ve implant biyomekaniğini olumsuz etkileyebilmekte;

kemik-implant arayüzünde mikro hareketlere, stres dağılımında değişikliklere ve iyileşme sürecinde gecikmelere yol açabilmektedir. Anti-diyabetik ilaçların biyomekanik ve biyolojik etkileri farklılık gösterse de özellikle GLP-1RA ajanlarının peri-implant sağlığı korumada gelecekte önemli bir terapötik potansiyel sunabileceği anlaşılmaktadır.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti hâlinde Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı: Yazarların katkısı aşağıdaki gibidir;

SSG: Giriş

FN: Literatür

SSG: Metodoloji

FN: Sonuç

1. yazarın katkı oranı: %50 2. yazarın katkı oranı: %50

Conflict of Interest: The authors declare that they have no competing interests.

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Avrasya University Journal of Healthy Sciences has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's authors.

Author Contributions: Author contributions are below;

SSG: Introduction

FN: Literature

SSG: Methodology

FN: Conclusion

1st author's contribution rate: %50, 2nd author's contribution rate: %50

Kaynaklar

- Abiko, Y., & Selimovic, D. (2010). The mechanism of protracted wound healing on oral mucosa in diabetes. Review. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 10(3), 186–191.
- Ahmad, P., Estrin, N., Farshidfar, N., Zhang, Y., & Miron, R. J. (2025). Glucagon-Like Peptide 1 Receptor Agonists (GLP-1RAs) Improve Periodontal and Peri-Implant Health in Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Periodontal Research*, 60(5), 450-465.
- Al Amri, M. D., Kellesarian, S. V., Al-Kheraif, A. A., Malmstrom, H., Javed, F., & Romanos, G. E. (2016). Effect of oral hygiene maintenance on HbA1c levels and peri-implant parameters around immediately-loaded dental implants placed in type-2 diabetic patients: 2 years follow-up. *Clinical oral implants research*, 27(11), 1439–1443. <https://doi.org/10.1111/clr.12758>
- Aldahlawi, S., Nourah, D., & Andreana, S. (2021). Should quality of glycemic control guide dental implant therapy in patients with diabetes? Focus on: Peri-implant diseases. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 149-154.
- Alikhani M, Alikhani Z, Boyd C, et al. Advanced glycation end products stimulate osteoblast apoptosis via the MAP kinase and cytosolic apoptotic pathways. *Bone*. 2007;40(2):345-353.
- Alrabiah, M., Al-Aali, K. A., Al-Sowygh, Z. H., Binmahfooz, A. M., Mokeem, S. A., & Abduljabbar, T. (2018). Association of advanced glycation end products with peri-implant inflammation in prediabetes and type 2 diabetes mellitus patients. *Clinical implant dentistry and related research*, 20(4), 535-540.
- Andriankaja OM, Galicia J, Dong G, Xiao W, Alawi F, Graves DT. Gene expression dynamics during diabetic periodontitis. *J Dent Res*. 2012;91(12):1160-1165.
- Bai, Y., Wang, S., Zheng, J., Song, S., Zhang, G., Jiao, K., ... & Zhang, S. (2024). Impact of HbA1c levels on the clinical outcomes of ultrahydrophilic, smooth collar implants in patients with type 2 diabetes mellitus. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
- Baldi, D., Lombardi, T., Colombo, J., Cervino, G., Perinetti, G., Di Lenarda, R., & Stacchi, C. (2018). Correlation between insertion torque and implant stability quotient in tapered implants with knife-edge thread design. *BioMed research international*, 2018(1), 7201093.
- Ballantyne, E. Bisphosphonates: Possible modes of action and implications for dental implant treatment. A review of the literature. *J. Gen. Pract.* 2015, 3, 2. [CrossRef]
- Balshi TJ, Wolfinger GJ. Dental implants in the diabetic patient: a retrospective study. *Implant Dentistry*. 1999;8:355-359.
- Buranasin P, Mizutani K, Iwasaki K, et al. High glucose-induced oxidative stress impairs proliferation and migration of human gingival fibroblasts. *PLoS One*. 2018;13(8):e0201855.
- Catalfamo DL, Britten TM, Storch DL, Calderon NL, Sorenson HL, Wallet SM. Hyperglycemia induced and intrinsic alterations in type 2 diabetes-derived osteoclast function. *Oral Dis*. 2013;19(3):303-312.
- Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Diabetes and oral implant failure: a systematic review. *J Dent Res*. 2014; 93(9): 859-867.
- Cortizo, A. M., Sedlinsky, C., McCarthy, A. D., Blanco, A., & Schurman, L. (2006). Osteogenic actions of the anti-diabetic drug metformin on osteoblasts in culture. *European Journal*

- of Pharmacology, 536(1– 2), 38– 46. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2006.02.030>
Cortizo ve ark., 2006.
- Cosola S, Butera A, Hailu Zergaw A, George J, Covani U, Arrighi A, Toti P, Scribante A, Menchini-Fabris GB. Glycemic Control and Implant Stability in Patients with Type II Diabetes: Narrative Review. *Healthcare (Basel)*. 2025 Feb 20;13(5):449. doi: 10.3390/healthcare13050449.
- Dantas, T. A., Neto, J. C., Alves, J. L., Vaz, P. C., & Silva, F. S. (2020). In silico evaluation of the stress fields on the cortical bone surrounding dental implants: Comparing root-analogue and screwed implants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 104, 103667.
- Du Z, Lee RS, Hamlet S, Doan N, Ivanovski S, Xiao Y. Evaluation of the first maxillary molar post- extraction socket as a model for dental implant osseointegration research. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(12):1469- 1478.
- Erdoğdu, M., Demirel, M. G., Mohammadi, R., & Güntekin, N. (2024). Assessment of the Impact of Bone Quality and Abutment Configuration on the Fatigue Performance of Dental Implant Systems Using Finite Element Analysis (FEA). *Journal of Personalized Medicine*, 14(10), 1040.
- Ferreira, S.D.; Silva, G.L.M.; Cortelli, J.R.; Costa, J.E.; Costa, F.O. Impact of diabetes on clinical parameters and complications after implant placement: A retrospective study. *J. Periodontol*. 2006, 77, 915–922.
- Fiorellini JP, Nevins ML, Norkin A, et al. The effect of insulin therapy on os seointegration in a diabetic rat model. *Clin Oral Implants Res*. 1999;10:362–368.
- Ghiraldini, B., Conte, A., Casarin, R. C., Casati, M. Z., Pimentel, S. P., Cirano, F. R., & Ribeiro, F. V. (2016). Influence of glycemic control on peri-implant bone healing: 12-month outcomes of local release of bone-related factors and implant stabilization in type 2 diabetics. *Clinical implant dentistry and related research*, 18(4), 801-809.
- Ghorbani, H., Minasyan, A., Ansari, D., Ghorbani, P., Wood, D. A., Yeremyan, R., ... & Minasian, N. (2024). Anti-diabetic therapies on dental implant success in diabetes mellitus: a comprehensive review. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1506437.
- Giglio MJ, Giannuzio G, Olmedo D, et al. Histomorphometric study of bone healing around laminar implants in experi mental diabetes. *Implant Dentistry*. 2000; 9:143–149.
- Golden SH, Peart- Vigilance C, Kao WH, Brancati FL. Perioperative glycemic control and the risk of infectious complications in a cohort of adults with diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(9):1408- 1414.
- Goodman WG, Hori MT. Dimin ished bone formation in experimental dia betes. Relationship to osteoid maturation and mineralization. *Diabetes*. 1984;33: 825–831.
- Henderson, S.; Ibe, I.; Cahill, S.; Chung, Y.H.; Lee, F.Y. Bone Quality and Fracture-Healing in Type-1 and Type-2 Diabetes Mellitus. *J. Bone Jt. Surg*. 2019, 101, 1399–1410. [CrossRef] [PubMed]
- Hou M, Lee RSB, Du Z, Hamlet SM, Vaquette C, Ivanovski S. The influence of high- dose systemic zoledronate administration on osseointegration of implants with different surface topography. *J Periodontal Res*. 2019;54(6):633- 643.
- Hu X- F, Wang L, Lu Y- Z, et al. Adiponectin improves the osteointe-gration of titanium implant under diabetic conditions by reversing mitochondrial dysfunction via the AMPK pathway in vivo and in vitro. *Acta Biomater*. 2017;61:233- 248.

- Inouye, K. A. S., Bisch, F. C., Elsalanty, M. E., Zakhary, I., Khashaba, R. M., & Borke, J. L. (2014). Effect of metformin on periimplant wound healing in a rat model of type 2 diabetes. *Implant dentistry*, 23(3), 319-327.
- James, Y., Butt, W. M. M., Shahid, H., Ahmad, S., Imran, M. T. B., & Anthony, N. (2024). Success Rates of Dental Implants in Patients With Diabetes: A Systematic Review. *Cureus*, 16(12).
- Javed, F., & Romanos, G. E. (2019). Chronic hyperglycemia as a risk factor in implant therapy. *Periodontology 2000*, 81(1), 57-63.
- Jeffcoat, M. The association between osteoporosis and oral bone loss. *J. Periodontol.* 2005, 76, 2125–2132. [CrossRef] [PubMed].
- Jiang X, Zhu Y, Liu Z, Tian Z, Zhu S. Association between diabetes and dental implant complications: a systematic review and meta- analysis. *Acta Odontol Scand.* 2021;79(1):9- 18.
- Jiao, L. V., Hong- Chen, L., Ling- Ling, E., & Dong- Sheng, W. (2008). Effects of metformin on the development of osteoblasts from rat mandible. *Chinese Journal of Geriatric Dentistry*, 6(1), 47– 49. Jiao ve ark., 2008.
- Kalaitzoglou, E., Fowlkes, J. L., Popescu, I., & Thrailkill, K. M. (2019). Diabetes pharmacotherapy and effects on the musculoskeletal system. *Diabetes/metabolism research and reviews*, 35(2), e3100.
- Kanazawa, I., Yamaguchi, T., Yano, S., Yamauchi, M., & Sugimoto, T. (2008). Metformin enhances the differentiation and mineralization of osteoblastic MC3T3- E1 cells via AMP kinase activation as well as eNOS and BMP- 2 expression. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 375(3), 414– 419. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2008.08.034> Kanazawa ve ark., 2008.
- Khader, Y. S., Dauod, A. S., El-Qaderi, S. S., Alkafajei, A., & Batayha, W. Q. (2006). Periodontal status of diabetics compared with nondiabetics: A meta-analysis. *Journal of Diabetes and Its Complications*, <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2005.05.006>.
- Kido D, Mizutani K, Takeda K, et al. Impact of diabetes on gingival wound healing via oxidative stress. *PLoS One.* 2017;12(12):e0189601.
- Lee, J.S.; Shin, H.K.; Yun, J.H.; Lee, J.K.; Han, K.J. Association of diabetes mellitus with failure of dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Oral Implant. Res.* 2014, 25, 20–28.
- Margonar, R., Sakakura, C. E., Holzhausen, M., Pepato, M. T., Alba Jr, R. C., & Marcantonio Jr, E. (2003). The influence of diabetes mellitus and insulin therapy on biomechanical retention around dental implants: a study in rabbits. *Implant dentistry*, 12(4), 333-339.
- McCracken M, Lemons JE, Ranemtulla F, et al. Bone response to titanium alloy implants placed in diabetic rats. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15: 345–354. 10.
- Mody N, Parhami F, Sarafian TA, Demer LL. Oxidative stress modulates osteoblastic differentiation of vascular and bone cells. *Free Radic Biol Med.* 2001;31(4):509- 519.
- Moraschini V, Barboza ES, Peixoto GA. The impact of diabetes on dental implant failure: a systematic review and meta- analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(10):1237-1245.
- Mouraret S, Hunter DJ, Bardet C, Brunski JB, Bouchard P, Helms JA. A pre- clinical murine model of oral implant osseointegration. *Bone.* 2014;58:177- 184.
- Nourah, D., Aldahlawi, S., & Andreana, S. (2022). Should the quality of glycemic control guide

- dental implant therapy in patients with diabetes? Focus on implant survival. *Current Diabetes Reviews*, 18(4), 8-15.
- Oates Jr, T. W., Galloway, P., Alexander, P., Green, A. V., Huynh-Ba, G., Feine, J., & McMahan, C. A. (2014). The effects of elevated hemoglobin A1c in patients with type 2 diabetes mellitus on dental implants. *The Journal of the American Dental Association*, 145(12), 1218-1226.
- Pacios S, Andriankaja O, Kang J, et al. Bacterial infection increases periodontal bone loss in diabetic rats through enhanced apoptosis. *Am J Pathol*. 2013;183(6):1928- 1935.
- Pacios S, Kang J, Galicia J, et al. Diabetes aggravates periodontitis by limiting repair through enhanced inflammation. *FASEB J*. 2012;26(4):1423- 1430.
- Pandey, C., Rokaya, D., & Bhattarai, B. P. (2022). Contemporary concepts in osseointegration of dental implants: a review. *BioMed research international*, 2022(1), 6170452.
- Park, J., Park, S., Kang, I., & Noh, G. (2022). Biomechanical effects of bone quality and design features in dental implants in long-term bone stability. *Journal of Computational Design and Engineering*, 9(5), 1538-1548. *Materials*, 2025; *Biomedicines*, 2025.
- Rokaya, D., Srimanepong, V., Wisitrasameewon, W., Humagain, M., & Thunyakitpisal, P. (2020). Peri-implantitis update: risk indicators, diagnosis, and treatment. *European journal of dentistry*, 14(04), 672-682.
- Sachelarie, L., Scrobota, I., Cioara, F., Ghitea, T. C., Stefanescu, C. L., Todor, L., & Potra Cicalau, G. I. (2025). The influence of osteoporosis and diabetes on dental implant stability: a pilot study. *Medicina*, 61(1), 74.
- Saito N, Mikami R, Mizutani K, Takeda K, Kominato H, Kido D, Ikeda Y, Buranasin P, Nakagawa K, Takemura S, Ueno T, Hosaka K, Hanawa T, Shinomura T, Iwata T. Impaired dental implant osseointegration in rat with streptozotocin-induced diabetes. *J Periodontal Res*. 2022 Apr;57(2):412-424.
- Serrão, C. R., Bastos, M. F., Cruz, D. F., de Souza Malta, F., Vallim, P. C., & Duarte, P. M. (2017). Role of metformin in reversing the negative impact of hyperglycemia on bone healing around implants inserted in type 2 diabetic rats. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(3), 547– 554. <https://doi.org/10.11607/jomi.5754>.
- Shen, W. R., Kimura, K., Ishida, M., Sugisawa, H., Kishikawa, A., Shima, K., ... & Kitaura, H. (2018). The glucagon-like Peptide-1 receptor agonist Exendin-4 inhibits lipopolysaccharide-induced osteoclast formation and bone resorption via inhibition of TNF- α expression in macrophages. *Journal of immunology research*, 2018(1), 5783639.
- Shernoff AF, Colwell JA, Bingham SF. Implant for type II diabetic patients: in terim report. *Implant Dentistry*. 1994;3: 183–185.
- Souto- Maior JR, Pellizzer EP, de Luna Gomes JM, et al. Influence of diabetes on the survival rate and marginal bone loss of dental implants: an overview of systematic reviews. *J Oral Implantol*. 2019;45(4):334- 340.
- Takeda K, Mizutani K, Matsuura T, et al. Periodontal regenerative effect of enamel matrix derivative in diabetes. *PLoS One*. 2018;13(11):e0207201.
- Takeshita F, Murai K, Iyama S, et al. Uncontrolled diabetes hinders bone formation around titanium implants in rat tibiae. A light and fluorescence microscopy, and image processing study. *J Periodontol*. 1998;69:314–320
- Tsolaki, I.N.; Madianos, P.N.; Vrotsos, J.A. Outcomes of dental implants in osteoporotic

- patients: A literature review. *J. Prosthodont.* 2009, 18, 309–323. [CrossRef] [PubMed]
- Wagner, J., Spille, J. H., Wiltfang, J., & Naujokat, H. (2022). Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update. *International journal of implant dentistry*, 8(1), 1.
- Wang, R., Na, H., Cheng, S., Zheng, Y., Yao, J., Bian, Y., & Gu, Y. (2023). Effects of glucagon-like peptide-1 receptor agonists on fracture healing in a rat osteoporotic model. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 26(3), 412.
- Warram, J. H., Martin, B. C., Krolewski, A. S., Soeldner, J. S., & Kahn, C. R. (1990). Slow glucose removal rate and hyperinsulinemia precede the development of type II diabetes in the offspring of diabetic parents. *Annals of internal medicine*, 113(12), 909-915.
- Weinstein, T., Clauser, T., Del Fabbro, M., Deflorian, M., Parenti, A., Taschieri, S., ... & Francetti, L. (2020). Prevalence of peri-implantitis: a multi-centered cross-sectional study on 248 patients. *Dentistry journal*, 8(3), 80.
- Wu, Z.; Yan, X.; Sun, Y.; Zhu, X.; Liu, Z.; Li, X. Salivary biomarkers in dental implantology: A systematic review. *Int. J. Oral Sci.* 2020, 12, 17.
- Yao, D., & Brownlee, M. (2010). Hyperglycemia-induced reactive oxygen species increase expression of the receptor for advanced glycation end products (RAGE) and RAGE ligands. *Diabetes*, 59(1), 249-255.
- Yu SH, Hao J, Fretwurst T, et al. Sclerostin- neutralizing antibody enhances bone regeneration around oral implants. *Tissue Eng Part A.* 2018;24(21– 22):1672- 1679.
- Zhen, D., Chen, Y., & Tang, X. (2010). Metformin reverses the deleterious effects of high glucose on osteoblast function. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 24(5), 334–344. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2009.05.002>.

Krono-Beslenme (Chrono-Nutrition): Sirkadiyen Ritme Uyumlu Beslenme Yaklaşımıyla Metabolik Hastalıkların Önlenmesi ve Yönetimi

Tuğçe ORKUN ERKİLİÇ^{1*}, Bülent BAYRAKTAR², Seda ÇELİKEL TAŞCI³, Sevil BAYRAKTAR⁴,
Özlem ÇAKICI⁵, Yasemin Buse KILIÇ⁶, Fatma Meltem KÖRDEVE⁷, Neriman ERKAN⁸

Öz

Sirkadiyen ritimler, merkezi ve periferik moleküler saatler tarafından kontrol edilen biyolojik işlevlerimizdeki 24 saatlik dalgalanmalardır. Kan basıncı, sabahları keskin bir şekilde yükselen, uyanıklık/aktif dönemde zirveye ulaşan ve gece/aktif olmayan dönemde düşen günlük sirkadiyen ritim sergiler. Gece kan basıncında düşmeyen bozulmalara veya bu sirkadiyen ritimdeki bozulmalar hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık ve kronik böbrek hastalığı ile ilişkilendirilmektedir. Krono-beslenme (chrononutrition), vücudun iç biyolojik saati olan sirkadiyen ritimlere uygun öğün zamanlamasını esas alan yenilikçi bir beslenme yaklaşımıdır. Son zamanlarda sirkadiyen ritimler, obezite, Tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom, hipertansiyon gibi birçok hastalık ve sağlık sorunlarının önlenmesi ve yönetimi için potansiyel bir tedavi hedefi olarak dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, zeitgeber'ler (sirkadiyen ritimleri harekete geçiren çevresel veya davranışsal ipuçları) merkezi ve periferik saatlerimizin düzenlenmesi için zaman ipuçları sağladıkları için özellikle önemlidir. Beslenme/yeme zamanı iyi bilinen bir zeitgeber'dir ve bu nedenle Krono-beslenme, hastalıkların önlenmesi için potansiyel bir yaşam tarzı müdahalesi olarak ortaya çıkmaktadır. Krono-beslenmenin temelinde, öğünlerin günün belirli saatlerinde tüketilmesiyle insülin, kortizol ve melatonin gibi hormon salınımlarının optimize edilmesi yatmaktadır. Gündüz saatlerinde vücudun insülin duyarlılığı daha yüksekken, gece azaldığı için geç saatte yemek yemek kan şekerini yükseltir ve insülin duyarlılığını bozabilmektedir. Krono-beslenmenin önemli bir modeli olan erken zaman kısıtlı beslenme (eTRF), günlük kalori alımının günün erken saatlerinde belirli bir zaman diliminde tamamlanmasını hedeflemektedir. Bu yaklaşım, metabolizmanın en verimli olduğu zaman dilimini kullanarak sindirim sistemini gece saatlerinde yormamayı amaçlamaktadır. Bu beslenme stratejisi, insülin duyarlılığını artırarak tip 2 diyabet riskini azaltır ve kötü kolesterol (LDL) seviyelerini düşürürken iyi kolesterol (HDL) seviyelerini yükseltmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, kilo yönetiminde rol oynar ve kan basıncını düzenleyerek hipertansiyon riskini azaltmaktadır. Sonuç olarak, krono-beslenme prensiplerinin bireysel diyet programlarına ve halk sağlığı politikalarına entegrasyonu, metabolik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde yeni ve umut verici bir yol sunabilir. Gelecekte, bu yaklaşımın uzun vadeli etkilerini ve farklı popülasyonlar üzerindeki sonuçlarını değerlendirecek geniş ölçekli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sirkadiyen Ritim, Krono-Beslenme, Hormon, Metabolizma, Obezite

Chrono-Nutrition: Prevention And Management Of Metabolic Diseases Through A Circadian Rhythm-Based Nutritional Approach

Abstract

Circadian rhythms are 24-hour fluctuations in our biological functions, controlled by central and peripheral molecular clocks. Blood pressure, for example, demonstrates a daily circadian rhythm: it rises sharply in the morning, peaks during the active/wake period, and declines during the night/rest period. Disruptions in this rhythm—such as a failure of nocturnal blood pressure to decrease—are associated with hypertension, cardiovascular disease, and chronic kidney disease. Chrono-nutrition is an innovative dietary approach that emphasizes meal timing in alignment with circadian rhythms, the body's internal biological clock. Recently, circadian rhythms have gained attention as a potential therapeutic target for the prevention and management of

many health conditions, including obesity, type 2 diabetes, cardiovascular diseases, metabolic syndrome, and hypertension. In this context, *zeitgebers* (environmental or behavioral cues that regulate circadian rhythms) are particularly important as they provide temporal signals to synchronize central and peripheral clocks. Meal timing is a well-established zeitgeber, and thus, chrono-nutrition has emerged as a promising lifestyle intervention for disease prevention. At the core of chrono-nutrition lies the optimization of hormone secretion—such as insulin, cortisol, and melatonin—through meal consumption at specific times of the day. Since insulin sensitivity is higher during the daytime and decreases at night, late-night eating can elevate blood glucose levels and impair insulin response. One important model of chrono-nutrition is early time-restricted feeding (eTRF), which involves consuming daily caloric intake within a defined early window of the day. This strategy leverages the body's most metabolically efficient period, reducing the digestive burden during nighttime. eTRF has been shown to improve insulin sensitivity, lower the risk of type 2 diabetes, reduce low-density lipoprotein (LDL) cholesterol while increasing high-density lipoprotein (HDL) cholesterol, support weight management, and regulate blood pressure, thereby decreasing hypertension risk. In conclusion, the integration of chrono-nutrition principles into individualized dietary programs and public health policies offers a novel and promising avenue for the prevention and treatment of metabolic diseases. Future large-scale studies are needed to evaluate the long-term effects of this approach and its impact across different populations.

Keywords: Circadian Rhythm, Chrono-Nutrition, Hormones, Metabolism, Obesity

^{1*}Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, tugceo@bayburt.edu.tr, ORCID. 0000-0003-2395-7561

²Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, bulentbayraktar@bayburt.edu.tr, ORCID. 0000-0002-2335-9089

³Öğr. Gör. Dr. Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, sedacelik123@gmail.com, ORCID. 0000-0001-6578-9805

⁴Uzm., İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kuştepe Aile Sağlığı Merkezi, sevilb@hotmail.com, ORCID. 0000-0003-2927-5254

⁵Öğr., Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ozlemsehercakici@gmail.com, ORCID. 0009-0009-6466-4467

⁶Öğr., Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, yasmibuse2525@gmail.com, ORCID. 0009-0009-8460-8032

⁷Öğr., Bayburt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, meltemkordeve@gmail.com, ORCID. 0009-0009-6919-5495

⁸Dr. Bayburt Üniversitesi, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kuştepe Aile Sağlığı Merkezi, ecen_erkana@yahoo.com, ORCID. 0009-0000-4454-493X

1. Giriş

Modern yaşamın getirdiği düzensiz beslenme alışkanlıkları ve bozulmuş sirkadiyen ritimler (uyku-uyanıklık döngüleri), metabolik hastalıkların yaygınlaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Yüksek kalorili, yoğun işlenmiş gıdalara kolay erişim ve günün her saatinde yemek yeme imkanının artması, metabolik süreçleri olumsuz etkilemektedir (Singh ve Vellapandian, 2023). Bu durum, yalnızca obezite ve tip 2 diyabet gibi hastalıkların prevalansını yükseltmekle kalmayıp, aynı zamanda metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalıklar ve hipertansiyon gibi kronik sağlık sorunlarının da artışına zemin hazırlamaktadır (Tuncay, 2018). Bu bağlamda, çağdaş yaşamın dayattığı beslenme ve uyku düzensizlikleri, günümüz toplumunun karşı karşıya olduğu en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olan metabolik hastalıkların temel risk faktörleri arasında gösterilmektedir (Mozaffarian, 2016).

Sirkadiyen ritim, uyku-uyanıklık, hormon salınımı ve metabolizma gibi birçok fizyolojik süreci gün ışığı, sıcaklık ve besin alımı gibi çevresel faktörlere yanıt vererek 24 saatlik bir döngüde düzenleyen biyolojik saattir (Bahammam ve Pirzada, 2023). Krono-beslenme, vücudun iç biyolojik saati olan sirkadiyen ritimlerle uyumlu öğün zamanlamasını temel alan yenilikçi bir yaklaşımdır (Reytor-González ve ark., 2025). Suprakiasmatik çekirdekte bulunan merkezi saat ve metabolik dokulardaki periferik saatlerden oluşan sirkadiyen sistem, fizyolojik işlevleri 24 saatlik bir döngüde düzenlemektedir (Cagampang ve Bruce, 2012). Suprakiasmatik çekirdek (SCN) olarak bilinen merkezi saat, ışıkla harekete geçerken, karaciğer, kaslar, pankreas ve yağ dokusu gibi metabolik organlarda bulunan periferik saatler için beslenme saatleri önemli bir senkronizasyon aracı olarak işlev görmektedir (Sinturel ve ark., 2020). Modern yaşam tarzlarında sıkça görülen vardiyalı çalışma veya geç saatlerde gıda alımı gibi durumlar, sirkadiyen sistemin desenkronizasyonuna yol açarak hormonal ritimlerin bozulmasına, insülin duyarlılığında azalmaya ve obezite riskinde artışa neden olmaktadır (Kervezee ve ark., 2020).

Geleneksel beslenme, besin kalitesine ve miktarına odaklanırken, krono-beslenme yiyeceklerin vücuda alınma zamanlamasını sirkadiyen ritimle uyumlu hale getirerek metabolizmayı optimize etmeyi hedeflemektedir. Geleneksel beslenme yaklaşımları genellikle "ne" yediğimize ve "ne kadar" yediğimize odaklanırken, son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, "ne zaman" yediğimizin de metabolik sağlığımız üzerinde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, beslenme zamanlaması, sirkadiyen ritimle uyumlu olduğunda vücut metabolizması en verimli şekilde çalışırken, ritimdeki bozulmalar (örneğin, gece geç saatlerde yemek yeme) metabolik sistemin dengesi olumsuz yönde etkilenmektedir (Sassone-Corsi & Panda, 2011). Krono-beslenme, vücudun 24 saatlik döngüsünü yöneten sirkadiyen ritim ile beslenme saatlerini ve düzenini uyumlu hale getirmeyi hedefleyen bir beslenme stratejisidir (Saplontai ve ark., 2024). Geleneksel beslenme biliminde odak noktası genellikle "ne yenildiği" iken, modern bilimsel araştırmalar "ne zaman yenildiği" sorusunun da en az o kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yeni yaklaşım, krono-beslenme (chrono-nutrition) olarak adlandırılmaktadır (Ahluwalia, 2022). Krono-beslenme, besinlerin vücudun sirkadiyen ritmiyle uyumlu olarak tüketilmesini savunmaktadır (Saplontai ve ark., 2024). Düzensiz yeme ve uyku döngüleriyle bozulan vücut ritimleri hastalık riskini artırırken, krono-beslenme metabolik sağlığı korumak ve iyileştirmek için bu biyolojik ritimlere saygı duymayı benimsemektedir (Drăgoi ve ark., 2024). Vardiyalı çalışma veya geç saatlerde yemek yeme gibi modern yaşam tarzlarında yaygın olan bu hizalanmanın bozulması, hormonal ritimleri bozabilir, insülin

duyarlılığını azaltabilir ve obeziteyi artırabilmektedir (Patel, 2022).

Krono-beslenmenin önemli bir modeli olan erken zaman kısıtlamalı beslenme (Early Time-Restricted Feeding- eTRF), bireylerin günlük kalori alımını, günün erken saatlerinde (genellikle sabah ve öğleden sonra) belirli bir zaman penceresi içinde tamamlamalarını hedefleyen bir beslenme modelidir (Jamshed ve ark., 2019). Bu model, genellikle günün son öğününün, güneş batmadan önce veya akşam 18:00'den önce tüketilmesini öngörmektedir (Kennedy, 2020). Bu yaklaşım, toplam kalori miktarını kısıtlamaktan ziyade, beslenme zamanlamasının sirkadiyen ritimle uyumlu hale getirilmesine odaklanmaktadır. Bu beslenme biçiminin temel mantığı, metabolizmanın günün erken saatlerinde daha verimli çalışmasıdır. Akşam geç saatlerde yemek yeme, vücudun sindirim ve metabolik süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Dolayısıyla, eTRF, vücudun dinlenmeye ve onarıma geçtiği gece saatlerinde sindirim sistemini yormadan, metabolik süreçlerin en aktif olduğu zaman dilimini en verimli şekilde kullanmayı amaçlamaktadır (Charlot ve ark., 2021).

Bu çalışma, krono-beslenmenin temel prensiplerini, hormon ritimleri ve metabolik sağlık üzerindeki etkilerini inceleyerek, metabolik hastalıkların önlenmesi ve yönetimi için potansiyelini araştırmayı hedeflemektedir.

2. Sirkadiyen ritimler ve metabolizma ilişkisi

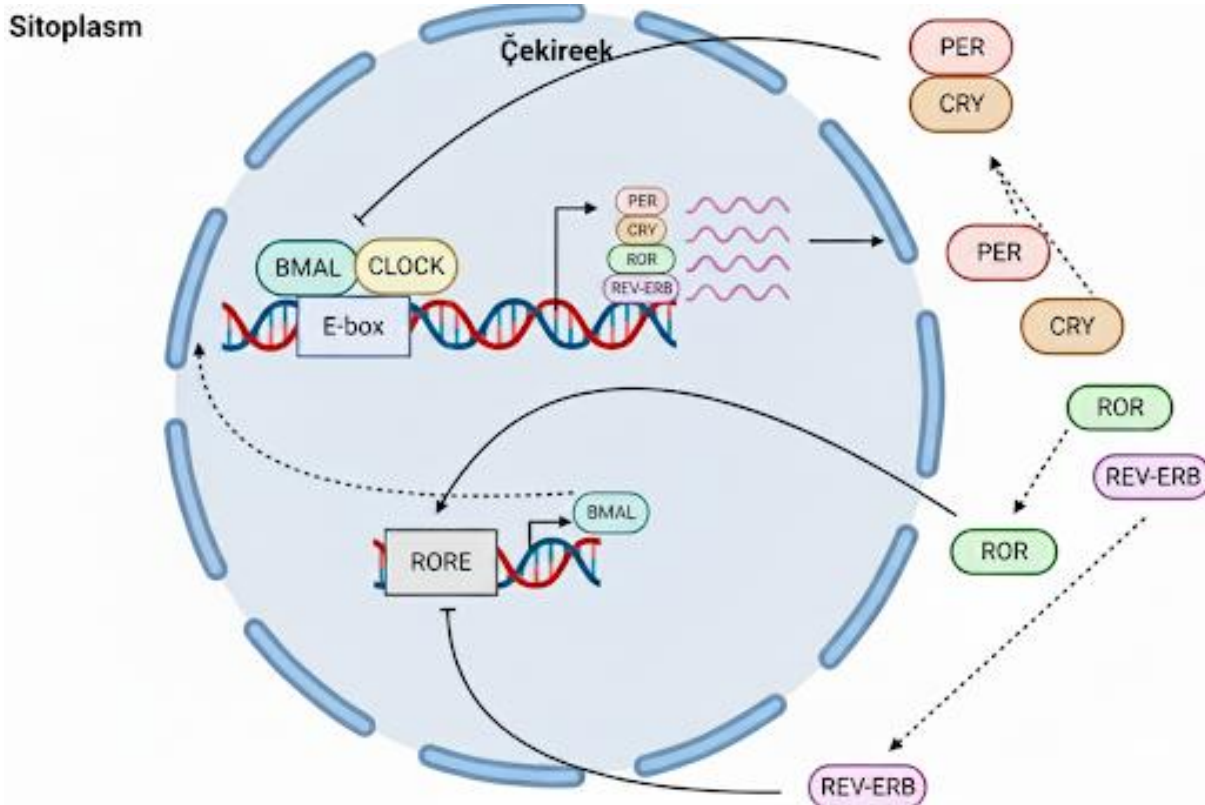
Sirkadiyen ritim, canlı organizmaların iç biyolojik saatleri tarafından kontrol edilen, yaklaşık 24 saatlik döngülere sahip biyolojik, fizyolojik ve davranışsal süreçlerdir. Bu ritimler, uyku-uyanıklık döngüleri, hormon salınımı, vücut ısısı ve beslenme davranışları dahil olmak üzere sayısız fizyolojik ve davranışsal işlevi düzenlemektedirler (Roenneberg ve Meroz, 2016; Bayraktar, 2019; Bayraktar ve Bayraktar, 2019). Sirkadiyen ritim ile metabolizma arasındaki ilişki incelendiğinde, glukoz metabolizması ile insülin dengesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Kalsbeek ve ark. 1994; Morgan ve ark., 1998). Gündüz saatlerinde vücudun insülin duyarlılığı daha yüksekken, gece azaldığı için geç saatte yemek yemek kan şekeri yükselterek tip 2 diyabet riskini artırmaktadır (Marcheva ve ark., 2010). Sirkadiyen ritim, yağ dokusunu yöneterek yağ asitlerinin depolanmasını ve yakılmasını kontrol eder ve bu ritmin bozulması obezite riskini artırabilmektedir (Li ve ark., 2020). Bazal metabolizma hızı, sirkadiyen ritme bağlı olarak gündüzleri yükselip geceleri düşer ve bu döngünün bozulması, kilo kontrolünü zorlaştıran enerji dengesizliklerine yol açabilmektedir (Basolo ve ark., 2021). Bağırsak mikrobiyotası, sirkadiyen ritimlere sahiptir ve bu ritimlerin bozulması, mikrobiyota dengesini bozarak obezite ve metabolik sendrom riskini artırabilmektedir (Parkar ve ark., 2019).

3. Öğün zamanlamasının hormon ritimleri üzerine etkileri

Krono-beslenmenin temelinde, öğünlerin günün belirli saatlerinde tüketilmesiyle hormon salınımlarını optimize etmektedir. Öğün zamanlamasının en belirgin etkilerinden biri, insülin ve kortizol gibi metabolik hormonların ritimleri üzerinedir (BaHammam ve ark., 2023). İnsülin, pankreasın Langerhans adacıklarının beta hücreleri tarafından üretilen ve kandaki glikoz düzeyinin kontrolünde görevli 5,8 kilodalton kDa moleküler ağırlığa sahip bir hormondur (Mao ve ark., 2019). Normal şartlarda, kortizol seviyeleri sabahları en yüksek seviyeye çıkar ve gün içinde azalmaktadır (Bailey ve Heitkemper, 1991). Yemek sonrası yükselen insülinin aksine, gece geç saatlerde yemek yemek normalde düşük olan kortizol seviyelerini artırarak insülin

duyarlılığını bozabilmektedir (Papakonstantinou ve ark., 2022). Bu durum, uzun vadede kan şekerinin dengelenmesini zorlaştırarak tip 2 diyabet riskini artırabilir (Poggiogalle ve ark., 2018). İnsülin duyarlılığı, günün erken saatlerinde en yüksek olduğu için, karbonhidrat ve kaloriden zengin öğünleri kahvaltı ve öğle yemeği saatlerinde tüketmek kan şekeri dalgalanmalarını azaltmaya yardımcı olurken, gece geç saatlerde ağır yemekler yemek insülin direnci riskini artırmaktadır (Ludwig, 2023). Melatonin, beyindeki epifiz bezi tarafından özellikle geceleri salgılanan, uyku-uyanıklık döngüsünü ayarlayan sirkadiyen ritmi düzenleyen bir hormondur (Zisapel, 2018). Gece saatlerinde yemek yemek, vücudun uyku-uyanıklık döngüsünü düzenleyen melatonin hormonunun salınımını engelleyerek uyku kalitesini düşürür; oysaki kaliteli bir uyku metabolik sağlık için hayati öneme sahiptir (Kim ve ark., 2015).

Moleküler saat, iki düzenleyici geri bildirim döngüsünden oluşur. Pozitif döngü, sirkadiyen döngüyü başlatan iki transkripsiyonel aktivatör olan BMAL1 ve CLOCK proteinlerini içerir. Bu proteinler sitoplazmada birleşerek heterodimerler oluşturur ve çekirdeğe girer. Çekirdekte, Periyot (PER1, PER2, PER3) ve Kriptokrom sirkadiyen düzenleyici (CRY1, 2) genlerinin promotorlarındaki E kutusu dizisine bağlanırlar. Transkripsiyon sonucunda üretilen PER ve CRY proteinleri, 12 saat boyunca birikerek bir kompleks oluşturur. Bu PER-CRY kompleksi, daha sonra çekirdeğe geri taşınır ve burada CLOCK-BMAL1'i inhibe ederek kendi transkripsiyonlarını baskılamaktadırlar.

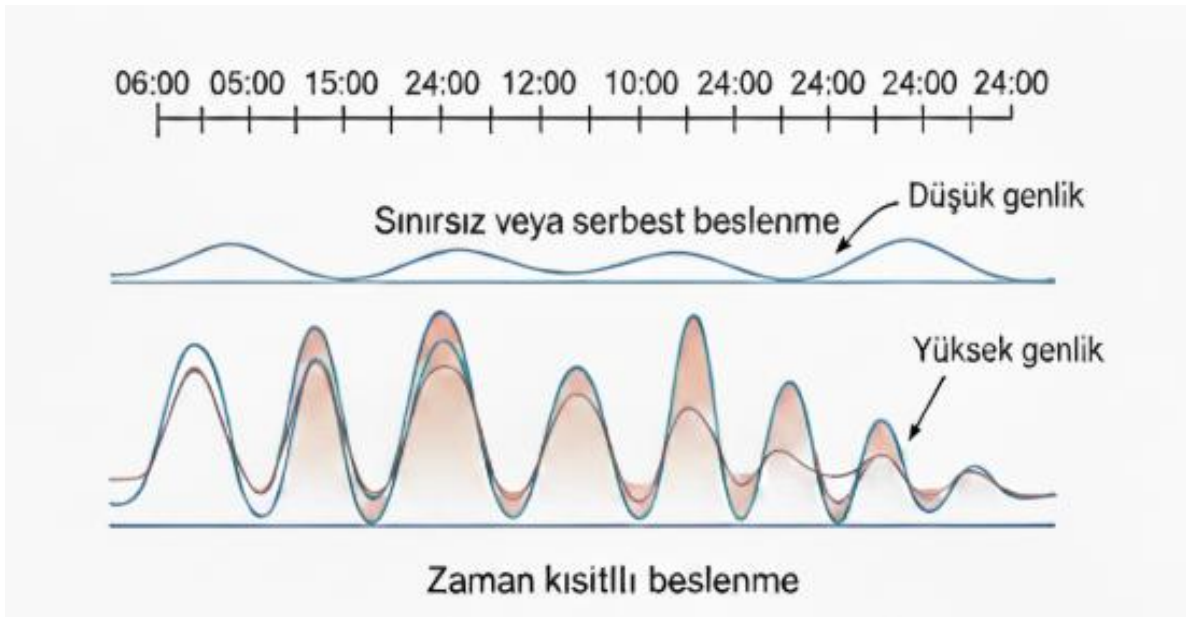


Şekil 1. Sirkadiyen gen ifadesini düzenleyen pozitif ve negatif geri bildirim döngüleri (Bohmke ve ark., 2024).

Sirkadiyen gen transkripsiyonunun pozitif ve negatif kollarına ek olarak, yardımcı geri bildirim döngüleri, transkripsiyon faktörlerinin ve sirkadiyen saat mRNA'sının düzenlenmesinde rol

oynamaktadır. CLOCK-BMAL1, BMAL1'i düzenlemek için sırasıyla baskılayıcı ve aktive edici olan retinoik asitle ilişkili yetim nükleer reseptörler REV-ERB α ve ROR α 'yı kodlayan genlerin promotörlerine bağlanır. Bu iki element, geri bildirim döngüsünü stabilize etmek ve sirkadiyen davranışı yönlendirmek amacıyla BMAL1 promotöründeki retinoik asitle ilişkili yetim reseptör elementi için rekabet eder. Bu döngüler, promotörlerdeki elementlerin ve spesifik hedef genlerin güçlendiricilerinin kombinasyonuna bağlı olarak farklı ifade fazlarına sahip transkripsiyon döngüleri üretmektedir. Sirkadiyen proteinler, moleküler saat sistemine ek geri bildirim ve düzenleme sağlayan transkripsiyon sonrası modifikasyonlara da uğrar. Bu modifikasyonlar, en uygun ritmik ifadeye ulaşmak için saat proteinlerinin miktarını, konumunu ve aktivitesini kontrol etmektedirler.

Sirkadiyen gen transkripsiyonunun pozitif ve negatif döngülerine ek olarak, yardımcı geri bildirim döngüleri de bu süreci düzenlemektedirler. CLOCK-BMAL1 kompleksi, BMAL1'i düzenlemek için baskılayıcı REV-ERB α ve aktive edici ROR α genlerinin promotörlerine bağlanmaktadır (Koiike ve ark., 2012). Bu iki gen, geri bildirim döngüsünü dengelemek ve sirkadiyen davranışı yönlendirmek amacıyla BMAL1 promotöründeki reseptörü için rekabet etmektedir. Bu döngüler, gen promotörleri ve güçlendiricilerinin kombinasyonuna göre farklı fazlarda transkripsiyon döngüleri oluşturur. Ayrıca, sirkadiyen proteinler, moleküler saat sistemine ek geri bildirim ve düzenleme sağlayan transkripsiyon sonrası modifikasyonlara da uğrar. Bu modifikasyonlar, saat proteinlerinin miktarını, konumunu ve aktivitesini kontrol ederek optimum ritmik ifadeyi sağlamaktadır (Hurley ve ark., 2016).



Şekil 2. Sirkadyen ve metabolik ritimlerin genliği

Zaman kısıtlı beslenme hem farelerde hem de insanlarda birçok olumlu metabolik etkiye sahiptir. İnsanlarda ise, zaman kısıtlı beslenme tüm vücut ve visseral (iç organ) yağını azaltırken, glikoz homeostazı, insülin duyarlılığı ve beta hücre fonksiyonlarında iyileşme sağlamaktadır. Aynı zamanda, açlık insülin seviyesi, kan basıncı, HbA1c seviyesi, oksidatif stres ve inflamasyonda da azalma gözlenmektedir (Hawley ve ark., 2020).

4. Krono-Beslenme ve Metabolik Hastalıkların Yönetimi

Krono-beslenme ne yediğimiz kadar ne zaman yediğimizin de metabolik sağlığımız için kritik öneme sahip olduğunu vurgulayan yeni bir beslenme yaklaşımıdır (Aparecida ve ark., 2019; Ahluwalia, 2022). Akşam geç saatte yemek yeme alışkanlığı, vücut saatiyle uyumsuz olduğu için enerjiyi yağa dönüştüren metabolik süreçleri tetikler ve bu da kilo alımının önemli bir nedenidir. Krono-beslenmenin obezite ve kilo yönetimindeki rolü, ana öğünlerin günün erken saatlerine kaydırılmasıyla kilo yönetimine katkı sağlamaktadır (Basolo ve ark., 2021). Krono-beslenme, öğünlerin sirkadiyen ritme uygun şekilde ayarlanmasıyla insülin duyarlılığını artırarak tip 2 diyabet riskini azaltmaktadır (Henry ve ark., 2020). Aynı kalorinin farklı zamanlarda tüketilmesinin, kan şekeri ve insülin seviyeleri üzerinde belirgin farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Moebus ve ark., 2011; Ludwig ve Ebbeling, 2018). Düzensiz beslenme saatleri, kan basıncı ve kolesterol seviyelerini olumsuz etkileyebilmektedir. Krono-beslenme, bu risk faktörlerinin kontrol altında tutulmasına katkıda bulunarak kalp sağlığını koruyucu rolü bulunmaktadır (Pot ve ark., 2016). Krono-beslenme, kötü kolesterol (LDL) seviyelerinin düşürülmesine ve iyi kolesterol (HDL) seviyelerinin artırılmasına yardımcı olmaktadır (Papakonstantinou ve ark., 2022). Vücudun iç saatine uygun bir beslenme düzeni oluşturmak, kan basıncını düzenleyen biyolojik süreçleri desteklerken, düzensiz beslenme saatlerinin yol açtığı kan basıncı dalgalanmaları ve hipertansiyon riskini azaltmaktadır (Panda, 2025).

Kan basıncı, kardiyak debi ve toplam periferik direncin karmaşık entegrasyonu ile fizyolojik olarak düzenlenir; bu süreçte böbrek ve damar sistemleri önemli rol oynamaktadır. Böbrekler, elektrolit ve sıvı tutulumunu düzenleyerek kan basıncındaki değişikliklere katkıda bulunmaktadır. Kan veya sodyum seviyeleri yükseldiğinde böbrekler, sıvı ve sodyum atılımını artırmaktadır. Tam tersi durumda ise sıvı ve sodyum tutulumunu sağlamaktadır. Bu plazma hacmi değişiklikleri, kan basıncı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Böbrekler elektrolit ve sıvı hacmini düzenlerken, damar sistemi de toplam periferik direnci geçici olarak modüle ederek kan basıncının düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Hastalıklar veya olumsuz yaşam tarzı davranışları, vasküler disfonksiyona yol açan kronik stres faktörleri oluşturabilmektedir (LaRocca ve ark., 2017). Vasküler endotel disfonksiyonu ve arteriyel sertlik, damarların fizyolojik ihtiyaçlara daha az yanıt vermesine neden olan bozulmuş vasküler fonksiyonun tipik özellikleridir. Bu durum, zamanla hipertansiyonun patofizyolojisine katkıda bulunmaktadır (Brandes, 2014).

5. Sonuç

Yemek yeme zamanlamasını çevresel ipuçları ve iç biyolojik saatlerle uyumlu hale getiren krono-beslenme, yüksek riskli popülasyonlarda obezite, Tip 2 diyabet, hipertansiyon, metabolik sendrom gibi hastalık ve sağlık sorunlarının iyileştirilmesi sürecine potansiyel bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Sirkadiyen ritim senkronizasyonu, vücut saatine uyumlu beslenme, sirkadiyen ritimlerin senkronize olmasını sağlayarak iyi glikoz kontrolü ve sağlıklı BKİ gibi olumlu metabolik sonuçlar sağlamaktadır. Sirkadiyen ritim desenkronizasyonu, düzensiz beslenme, sirkadiyen ritimleri bozarak Tip 2 diyabet, kötü glikoz kontrolü ve obezite gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Bu bağlamda, krono-beslenme, beslenme bilimine yeni bir boyut kazandırarak, yiyecekleri bir yakıt olmaktan öte, biyolojik ritimlerimizi düzenleyen bir unsur

olarak görmemizi sağlar. Öğün zamanlamasının metabolik sağlığımız üzerindeki derin etkileri, krono-beslenmenin sadece bir trend değil, aynı zamanda metabolik hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Bireylerin biyolojik saatleriyle uyumlu beslenme alışkanlıkları edinmesinin, gelecekteki sağlık stratejilerinin önemli bir parçası olabileceği düşünülmektedir.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti hâlinde Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkısı: Yazarların katkısı aşağıdaki gibidir;

TOE, BB, SÇT, SB, ÖÇ, YBK, FMK, NE: Giriş

TOE, SB, ÖÇ, YBK, FMK, NE: Literatür

TOE, BB, SÇT: Metodoloji

TOE, BB, SÇT: Sonuç

1. yazarın katkı oranı: % 28, 2. yazarın katkı oranı: % 24, 3. yazarın katkı oranı: % 12, 4. yazarın katkı oranı: % 10, 5. yazarın katkı oranı: % 8, 6. yazarın katkı oranı: % 6, 7. yazarın katkı oranı: % 6, 8. yazarın katkı oranı: % 6.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no competing interests.

Ethical Approval: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the case of a contrary situation, Avrasya University Journal of Healthy Sciences has no responsibility, and all responsibility belongs to the study's authors.

Author Contributions: author contributions are below;

TOE, BB, SÇT, SB, ÖÇ, YBK, FMK, NE: Introduction

TOE, SB, ÖÇ, YBK, FMK, NE: Literature

TOE, BB, SÇT: Methodology

TOE, BB, SÇT: Conclusion

1st author's contribution rate: %28, 2nd author's contribution rate: %24, 3rd author's contribution rate: %12, 4th author's contribution rate:%10, 5th author's contribution rate:%8, 6th author's contribution rate:%6, 7th author's contribution rate:%6 9th author's contribution rate:%6

Kaynaklar

- Ahluwalia, M. K. (2022). Chrononutrition—when we eat is of the essence in tackling obesity. *Nutrients*, 14(23), 5080. <https://doi.org/10.3390/nu14235080>
- Aparecida Crispim, C., & Carliana Mota, M. (2019). New perspectives on chrononutrition. *Biological Rhythm Research*, 50(1), 63–77. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1469503>
- BaHammam, A. S., & Pirzada, A. (2023). Timing matters: the interplay between early mealtime, circadian rhythms, gene expression, circadian hormones, and metabolism—a narrative review. *Clocks & Sleep*, 5(3), 507–535. <https://doi.org/10.3390/clockssleep5030035>
- Bailey, S. L., & Heitkemper, M. M. (1991). Morningness-eveningness and early-morning salivary cortisol levels. *Biological Psychology*, 32(2-3), 181–192. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(91\)90013-Y](https://doi.org/10.1016/0301-0511(91)90013-Y)
- Basolo, A., Bechi Genzano, S., Piaggi, P., Krakoff, J., & Santini, F. (2021). Energy balance and control of body weight: Possible effects of meal timing and circadian rhythm dysregulation. *Nutrients*, 13(9), 3276. <https://doi.org/10.3390/nu13093276>
- Bayraktar, B. (2019). *Sirkadiyen Ritim Fizyolojisi ve Fizyolojik Melatonin Ritminin İncelenmesi* (pp. 348–354). Ekin Yayınevi.
- Bayraktar, B., & Bayraktar, S. (2019). Kanserde Sirkadiyen Ritim Ve Kortizol Sirkadiyen Ritim Fizyolojisinin İncelenmesi. In *İNES* (pp. 161–165). Çizgi Kitabevi.
- Bohmke, N. J., Dixon, D. L., & Kirkman, D. L. (2024). Chrono-nutrition for hypertension. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 40(1), e3760. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3760>
- Brandes, R. P. (2014). Endothelial dysfunction and hypertension. *Hypertension*, 64(5), 924–928. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03752>
- Cagampang, F. R., & Bruce, K. D. (2012). The role of the circadian clock system in nutrition and metabolism. *British Journal of Nutrition*, 108(3), 381–392. <https://doi.org/10.1017/S000711451200140X>
- Charlot, A., Hutt, F., Sabatier, E., & Zoll, J. (2021). Beneficial effects of early time-restricted feeding on metabolic diseases: importance of aligning food habits with the circadian clock. *Nutrients*, 13(5), 1405. <https://doi.org/10.3390/nu13051405>
- Drăgoi, C. M., Nicolae, A. C., Ungurianu, A., Margină, D. M., Grădinaru, D., & Dumitrescu, I. B. (2024). Circadian rhythms, chrononutrition, physical training, and redox homeostasis—molecular mechanisms in human health. *Cells*, 13(2), 138. <https://doi.org/10.3390/cells13020138>
- Henry, C. J., Kaur, B., & Quek, R. Y. C. (2020). Chrononutrition in the management of diabetes. *Nutrition & Diabetes*, 10(1), 6. <https://doi.org/10.1038/s41387-020-0108-9>
- Hurley, J. M., Loros, J. J., & Dunlap, J. C. (2016). Circadian oscillators: around the transcription–translation feedback loop and on to output. *Trends in Biochemical*

- Sciences*, 41(10), 834–846. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2016.08.006>
- Jamshed, H., Beyl, R. A., Della Manna, D. L., Yang, E. S., Ravussin, E., & Peterson, C. M. (2019). Early time-restricted feeding improves 24-hour glucose levels and affects markers of the circadian clock, aging, and autophagy in humans. *Nutrients*, 11(6), 1234. <https://doi.org/10.3390/nu11061234>
- Kalsbeek, A., la Fleur, S., & Fliers, E. (2014). Circadian control of glucose metabolism. *Molecular Metabolism*, 3(4), 372–383. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2014.03.001>
- Kennedy, D. (2020). *The Impact of Time-Restricted Eating on Circulating Factors, Insulin Sensitivity and Circadian Rhythms* [Master's thesis, Colorado State University]. ProQuest Dissertations Publishing.
- Kervezee, L., Kosmadopoulos, A., & Boivin, D. B. (2020). Metabolic and cardiovascular consequences of shift work: The role of circadian disruption and sleep disturbances. *European Journal of Neuroscience*, 51(1), 396–412. <https://doi.org/10.1111/ejn.14515>
- Kim, T. W., Jeong, J. H., & Hong, S. C. (2015). The impact of sleep and circadian disturbance on hormones and metabolism. *International Journal of Endocrinology*, 2015, 591729. <https://doi.org/10.1155/2015/591729>
- Koike, N., Yoo, S. H., Huang, H. C., Kumar, V., Lee, C., Kim, T. K., & Takahashi, J. S. (2012). Transcriptional architecture and chromatin landscape of the core circadian clock in mammals. *Science*, 338(6105), 349–354. <https://doi.org/10.1126/science.1226339>
- Kumar, R., & Rizvi, M. R. (2024). Beyond a Meal: The In-Depth Analysis of Breakfast and Its Impact on Obesity Prevention-A Comprehensive Review. *JK Practitioner*, 29(1).
- LaRocca, T. J., Martens, C. R., & Seals, D. R. (2017). Nutrition and other lifestyle influences on arterial aging. *Ageing Research Reviews*, 39, 106–119. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.06.002>
- Hawley, J. A., Sassone-Corsi, P., & Zierath, J. R. (2020). Chrono-nutrition for the prevention and treatment of obesity and type 2 diabetes: from mice to men. *Diabetologia*, 63, 2253–2259. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05248-w>
- Li, Y., Ma, J., Yao, K., Su, W., Tan, B., Wu, X., & Yin, J. (2020). Circadian rhythms and obesity: Timekeeping governs lipid metabolism. *Journal of Pineal Research*, 69(3), e12682. <https://doi.org/10.1111/jpi.12682>
- Ludwig, D. S. (2023). Carbohydrate-insulin model: does the conventional view of obesity reverse cause and effect? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1888), 20220211. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0211>
- Ludwig, D. S., & Ebbeling, C. B. (2018). The carbohydrate-insulin model of obesity: beyond “calories in, calories out.” *JAMA Internal Medicine*, 178(8), 1098–1103. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.2936>
- Mao, R., Chen, Y., Chi, Z., & Wang, Y. (2019). Insulin and its single-chain analogue. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(21), 8737–8751. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10085-7>

- Marcheva, B., Ramsey, K. M., Buhr, E. D., Kobayashi, Y., Su, H., Ko, C. H., ... & Bass, J. (2010). Disruption of the clock components CLOCK and BMAL1 leads to hypoinsulinaemia and diabetes. *Nature*, 466(7306), 627–631. <https://doi.org/10.1038/nature09285>
- Moebus, S., Göres, L., Lösch, C., & Jöckel, K. H. (2011). Impact of time since last caloric intake on blood glucose levels. *European Journal of Epidemiology*, 26(9), 719–728. <https://doi.org/10.1007/s10654-011-9602-0>
- Morgan, L., Arendt, J., Owens, D., Folkard, S., Hampton, S., Deacon, S., & Taylor, K. (1998). Effects of the endogenous clock and sleep time on melatonin, insulin, glucose and lipid metabolism. *Journal of Endocrinology*, 157(3), 443–452. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1570443>
- Mozaffarian, D. (2016). Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review. *Circulation*, 133(2), 187–225. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018585>
- Panda, S. (2025). *The Circadian Diabetes Code: Discover the Right Time to Eat, Sleep, and Exercise to Prevent and Reverse Prediabetes and Diabetes*. Random House.
- Papakonstantinou, E., Oikonomou, C., Nychas, G., & Dimitriadis, G. D. (2022). Effects of diet, lifestyle, chrononutrition and alternative dietary interventions on postprandial glycemia and insulin resistance. *Nutrients*, 14(4), 823. <https://doi.org/10.3390/nu14040823>
- Parkar, S. G., Kalsbeek, A., & Cheeseman, J. F. (2019). Potential role for the gut microbiota in modulating host circadian rhythms and metabolic health. *Microorganisms*, 7(2), 41. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7020041>
- Poggiogalle, E., Jamshed, H., & Peterson, C. M. (2018). Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism*, 84, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.11.018>
- Pot, G. K., Almoosawi, S., & Stephen, A. M. (2016). Meal irregularity and cardiometabolic consequences: results from observational and intervention studies. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(4), 475–486. <https://doi.org/10.1017/S002966511600171X>
- Reytor-González, C., Simancas-Racines, D., Román-Galeano, N. M., Annunziata, G., Galasso, M., Zambrano-Villacres, R., & Barrea, L. (2025). Chrononutrition and Energy Balance: How Meal Timing and Circadian Rhythms Shape Weight Regulation and Metabolic Health. *Nutrients*, 17(13), 2135. <https://doi.org/10.3390/nu17133135>
- Roenneberg, T., & Merrow, M. (2016). The circadian clock and human health. *Current Biology*, 26(10), R432–R443. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.045>
- Saplontai, L. C., Najjar, A., Lynch, K., & Geere, M. (2024). Chrono-nutrition: understanding the interplay between circadian rhythms and personalized nutrition. *International Journal of Translational Science*, 221–256. <https://doi.org/10.1007/s11745-024-00438-2>
- Singh, A., & Vellapandian, C. (2023). High risk of metabolic complications due to high consumption of processed foods. *Current Nutrition & Food Science*, 19(3), 198–208.

<https://doi.org/10.2174/1573401318666220509160534>

Sinturel, F., Petrenko, V., & Dibner, C. (2020). Circadian clocks make metabolism run. *Journal of Molecular Biology*, 432(12), 3680–3699. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2020.04.004>

Zisapel, N. (2018). New perspectives on the role of melatonin in human sleep, circadian rhythms and their regulation. *British Journal of Pharmacology*, 175(16), 3190–3199. <https://doi.org/10.1111/bph.14116>

Geleceğin Sağlığı, Bilimin Işığında Şekilleniyor!

Sağlık bilimlerinde yenilikçi bakış açımız, bilimsel araştırmalarımız ve güçlü akademik kadromuz ile insanlığa daha sağlıklı bir gelecek sunmayı hedefliyoruz. Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi olarak, bilimsel gelişmeleri takip eden, topluma değer katan ve sağlık alanında fark yaratan çalışmalarımızla yol almaya devam ediyoruz.

Bilim, sağlık ve insanlık için...
Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi

Hazırlayan
Avrasya Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakóltesi

Baş Editör
Prof. Dr. Yavuz ÖZORAN

Grafik Tasarım
Gülřah Beyza FAZLIOęLU



**Kıtaların
Buluřma
Noktasında
Eęitime
Açılan
Kapınız**

  
/avrasyaunv

+90 462 334 0550
+90 462 334 0551

info@avrasya.edu.tr
avrasya.edu.tr

Avrasya Üniversitesi Rektörlüęü
Pelitli Mahallesi Olimpiyat Bulvarı,
No:35/A Ortahisar/TRABZON

