

TECHNOLOGY

SCIENCE

TECHNOLOGY

SCIENCE

TECHNOLOGY

TECHNOLOGY

SCIENCE

bilge
sci

BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

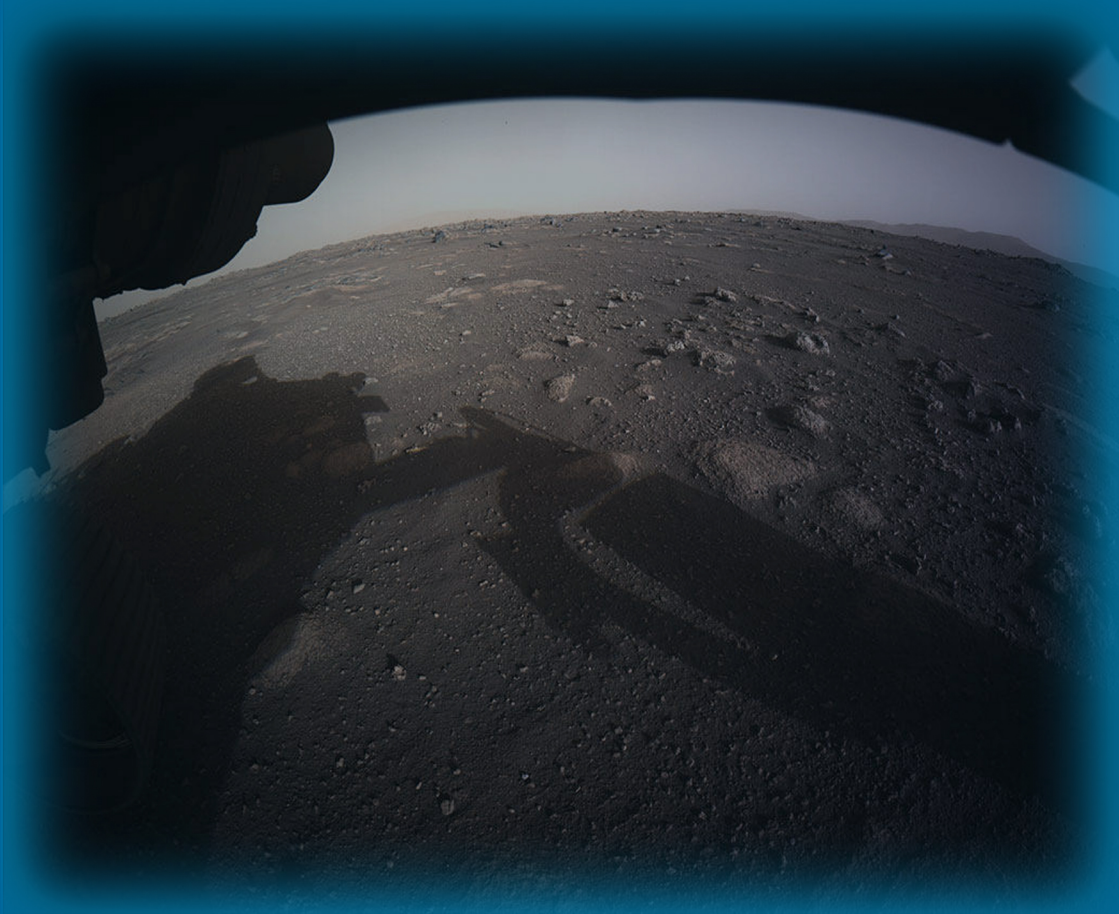
Year
Yıl **2021**

Volume
Cilt **5**

Number
Sayı **1**

p-ISSN: 2651-401X
e-ISSN: 2651-4028

The future will be enlightened in the light of science.



“This is the first high-resolution, color image to be sent back by the Hazard Cameras (Hazcams) on the underside of NASA’s Perseverance Mars rover after its landing on February 18, 2021”
NASA

VOLUME/CİLT:5

ISSUE/SAYI:1

YEAR/YIL:2021

ISSN:2651-401X

e-ISSN:2651-4028

Owner

Dr. Hamza Kandemir
Kutbilge Association of Academicians

İmtiyaz Sahibi

Dr. Hamza Kandemir
Kutbilge Akademisyenler Derneği

Editor-in-chief

Assoc.Prof.Dr. Mustafa Karaboyacı
Suleyman Demirel University

Baş Editör

Doç.Dr. Mustafa Karaboyacı
Süleyman Demirel Üniversitesi

Co-Editors

Res. Asst. Abdullah Beram
Isparta University of Applied Sciences

Yardımcı Editörler

Arş. Gör. Abdullah Beram
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Instructor Serkan Özdemir
Isparta University of Applied Sciences

Öğr. Gör. Serkan Özdemir
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Editors

Asst. Prof. Dr. Kubilay Taşdelen
Isparta University of Applied Sciences

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Kubilay Taşdelen
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Özdemir Şentürk
Burdur Mehmet Akif University

Doç. Dr. Özdemir Şentürk
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Asst. Prof. Dr. Refika Ceyda Beram
Pamukkale University

Dr. Öğr. Üyesi Refika Ceyda Beram
Pamukkale Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Halil Suel
Isparta University of Applied Sciences

Doç. Dr. Halil Suel
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Res. Asst. Mehmet Tekin
Akdeniz University

Arş. Gör. Mehmet Tekin
Akdeniz Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Emrah Altun
Bartın University

Doç. Emrah Altun
Bartın Üniversitesi

Prof. Dr. Ecir Küçüksille
Suleyman Demirel University

Prof. Dr. Ecir Küçüksille
Süleyman Demirel Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Halil Gökce
Giresun University

Doç. Dr. Halil Gökce
Giresun Üniversitesi

Prof. Dr. Alaattin Kaçal
Kutahya Dumlupınar University

Prof. Dr. Alaattin Kaçal
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Advisory Board / Danışma Kurulu

- Prof. Dr. Ahmad UMAR, Najran University, Kingdom of Saudi Arabia
Prof. Dr. Amer KANAN, Al-Quds University, Palestine
Prof. Dr. Bart Muys, University of Leuven, Belgium
Prof. Dr. Cüneyt ÇIRAK, Ondokuz Mayıs University, Turkey
Prof. Dr. Gülcan ÖZKAN, Süleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR, Isparta University of Applied Sciences, Turkey
Prof. Dr. Kırvali MÜRTEZAOĞLU, Gazi University, Turkey
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN, Isparta University of Applied Sciences, Turkey
Prof. Dr. Mehmet KILIÇ, Suleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ, Suleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Mohamed Lahbib BEN JAMAA, INRGREF, Tunisia
Prof. Dr. Rene van den HOVEN, University of Vet. Med. Vienna, Austria
Prof. Dr. Semra KILIÇ, Suleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Steve WOODWARD, University of Aberdeen, United Kingdom

Technical Editors:

Instructor Doğan Akdemir
Balıkesir University

Res. Asst. Tunahan Çınar
Düzce University

Layout Editor

Instructor Şerafettin Atmaca
Süleyman Demirel University

Press:

Kutbilge Association of Academicians
Distribution, Sales, Publisher;
Certificate No: 42086
32040, Isparta, TURKEY

Contact:

Kutbilge Association of Academicians,
32040, Isparta, TURKEY

Teknik Editörler:

Öğr. Gör. Doğan Akdemir
Balıkesir Üniversitesi

Arş. Gör. Tunahan Çınar
Düzce Üniversitesi

Dizgi Editörü

Öğr. Gör. Şerafettin Atmaca
Süleyman Demirel Üniversitesi

Baskı:

Kutbilge Akademisyenler Derneği,
Dağıtım, Satış, Yayınevi
Sertifika No: 42086
32040, Isparta, TÜRKİYE

İletişim:

Kutbilge Akademisyenler Derneği,
32040, Isparta, TÜRKİYE

Web Site: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bilgesci>

E-mail: bilgesci@gmail.com

VOLUME/CİLT:5

ISSUE/SAYI:1

YEAR/YIL:2021

ISSN:2651-401X

e-ISSN:2651-4028

A peer reviewed international journal, published biannually by Kutbilge Association of Academicians.

Yılda iki sayı olarak yayınlanan uluslararası hakemli bir dergi olup, Kutbilge Akademisyenler Derneği tarafından yayınlanmaktadır.

The journal is indexed in AcademicKey, Araştırmaz, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Infobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing and ASOS Indeks.

Dergimiz; AcademicKey, Araştırmaz, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Infobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing ve ASOS Indeks'te taranmaktadır.



VOLUME/CİLT:5 ISSUE/SAYI:1 YEAR/YIL:2021
ISSN:2651-401X e-ISSN:2651-4028

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Research Articles / Araştırma Makaleleri

- Türkiye’de Yapılan Akademik Çalışmaların Büyük Veri Araçları ile Bibliyometrik Analizi / Bibliometric Analysis of Academic Studies in Turkey with Big Data Tools
Sinan Durgut, Ecir Uğur Küçüksille..... 1-12
- Hazır Beton Santrallerinde Çevresel Risk Değerlendirmesi / Environmental Risk Assessment in Ready-Mixed Concrete Plants
Belemir Çiftçi, Mehmet Beyhan..... 13-21
- Investigation of the Effects of Heat Treatment on Varnished Wood Material
Beytullah Kazan, Murat Özalp..... 22-33
- Mantıksal Regresyon Yöntemi ile Adıyaman İli Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi / Landslide Susceptibility Assessment of the Adıyaman City Using Logistic Regression Method
Senem Tekin..... 34-41
- Akustik Performansı Etkileyen Geometrik Tasarım Parametreleri ve Farklı Plan Tipi Örnekleri / Geometrical Design Parameters That Affect on Acoustic Performance and Examination of Different Plan Shapes
Nuriye Nida Çelebi Şeker..... 42-54
- Isıl İşlemin Bazı Geniş Yapraklı Ağaç Türlerinde Eğilme Direnci Üzerine Etkilerinin Taguchi Metodu Kullanılarak İncelenmesi/ Investigation of Effects of Heat Treatment on Bendings Strength of Some Broadleaf Trees Species by Using Taguchi Method
Abdullah Beram..... 55-60
- Entegre Katı Atık Yönetimi; İnegöl Örneği/ Integrated Solid Waste Management; Inegöl Sample
Mehmet Beyhan, Rıdvan Gödel..... 61-71
- Evrimsel Sınır Ağları ile Örümcek Kuşugillerin Bazı Türlerinin Sınıflandırılması / Classification of Some Species of Shrikes Family by Convolutional Neural Networks
Mahmut Tokmak, Akın Kırış..... 72-79
- Effects of Salicylic Acid on Triticale under Salt Stress
İbrahim Ertan Erkan, Özlem Aras Aşcı..... 80-85
- Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarına Uygulanan Isıl İşlemin Üretilen Levhaların Formaldehit Emisyonu ve Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri / Effects of Heat Treatment Applied to Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Particles on the Formaldehyde Emission and Burning Properties of Produced Boards
Abdullah Beram, Samim Yaşar, Aytaç Uz..... 86-90

Türkiye’de Yapılan Akademik Çalışmaların Büyük Veri Araçları ile Bibliyometrik Analizi

Sinan Durgut^{1*} , **Ecir Uğur Küçüksille¹** 

Özet: Bilgi, dünden bugüne kadar gelen teknolojik gelişmelerin kaynağı konumundadır. Bilgiyi yönetebilmek, örgütsel ve yönetsel etkinliğini kullanabilmek pazardaki rekabette öne geçmek konusunda çok kritik bir öneme sahiptir. Bilgi yönetiminin önemi; öğrenme eğrisini hızlandırmak, hızlı iyileştirmeler yapmak, doğru bilgiyi doğru insanlara doğru zamanda ulaştırıp hızlandırılmış transformasyonlara imkân sağlayarak, anlamlandırılmış veriyle birlikte yarının rekabetçi ortamında stratejileri belirleyip alınacak aksiyonları belirlemektir. Hızlı gelişen teknolojiyle birlikte akademik makalelerden oluşan veri büyük verinin alanına girmiştir. Ancak akademik makalelerin bibliyometrik analiz bakışıyla büyük veri araçları kullanılarak incelendiği çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın ana konusu Türkiye de yazılan akademik makalelerin şu anki durumunu bibliyometrik analiz perspektifi ile incelemektir. İstatistiksel ve matematiksel yöntemlerin kullanıldığı bibliyometrik çalışmalarda makaleler hakkındaki bilgiler, atıf veri tabanlarının kullanılmasıyla elde edilmektedir. Bu çalışma kapsamında, Web of Science atıf veri tabanından Türkiye adresli ve 1980-2019 yılları arasında yazılmış 585236 makale amaçlar kapsamında filtrelenip, bunun sonucunda elde edilen 220969 akademik makale analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda; alan bazında en çok yayın yapan üniversiteler, alan ve üniversite bazında en çok yayın yapan yazarlar, birlikte çalışma yapmış ve yapma ihtimali olan üniversiteler, birlikte çalışma yapmışlar ve yapma ihtimali olan yazarlar belirlenerek sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bibliyometri, büyük veri, birliktelik analizi.

Bibliometric Analysis of Academic Studies in Turkey with Big Data Tools

Abstract: Information is the source of technological developments from yesterday to today. To be able to manage knowledge, to use its organizational and managerial effectiveness has a critical importance in taking the lead in the competition in the market. The importance of knowledge management is to accelerate the learning curve, to make rapid improvements, to provide the right information to the right people at the right time and to enable accelerated transformations, to determine strategies and actions to be taken in the competitive environment of tomorrow with meaningful data. With fast-developing technology, data from academic papers has entered the field of big data. But there is not much research in which academic papers are examined using big data tools from a bibliometric analysis perspective. The main subject of this study is to examine the current status of academic articles written in Turkey from the perspective of bibliometric analysis. In bibliometric studies where statistical and mathematical methods are used, information about articles is obtained through the use of citation databases. Within the scope of this study, 585236 articles from the web of Science citation database, written between 1980 and 2019, addressed to Turkey, were filtered for the purposes and 220969 academic articles obtained as a result were analyzed.

Keywords: Bibliometrics, big data, coexistence analysis.

¹Address (Adres): Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu yazar):** sinandurgut95@gmail.com

Citation (Atıf): Durgut, S., Küçüksille, E, U. (2021) Türkiye’de Yapılan Akademik Çalışmaların Büyük Veri Araçları ile Bibliyometrik Analizi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 1-12.

1. GİRİŞ

Çeşitli bilim dallarına dair en güncel veri ve bilgileri içermesi nedeniyle akademik yayımlar ve dergiler; bilimsel iletişim, ulaşılabilirlik ve paylaşım açısından şüphesiz önemli bir yere sahiptir. Bilimsel iletişime köprü olan dergilerin belirli zamanlarda incelenmesi, akademik çalışmaların incelendiği dönemdeki gelişme çizgisini çıkartmakla birlikte eğilimler ve popülaritenin neyin üzerine olduğu hakkında fikir sahibi olma imkânı sağlar. Bu incelemelerin sonucu, konu olarak seçilen bilim dalı veya dallarının geçmişten günümüze kadar olan süreçte gösterdiği değişim ve gelişimin takibini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, alanın bu süreçte karşılaştığı sorunların ve bu sorunları giderebilmek için yapılan düzenlemelerin tartışılabilmesine ortam sağlamaktadır (Nazmi Kozak, 1994) . Bu amaca hizmet eden yöntemlerden birisi de bibliyometridir.

Bibliyometri alanına dair ilk çalışmalar 1920’lerden önce yapılmış olmasına rağmen terim olarak bibliyometri 1969 yılında Pritchard tarafından kullanılmıştır (Forsman, 2008). Kitapların ve iletişim materyallerinin istatistiksel ve matematiksel yöntemler kullanılarak incelenmesi bibliyometri olarak tanımlanmaktadır (Pritchard, 1969).

Bu teknik aracılığıyla akademik platformlarda yayımlanmış araştırmalar farklı özellikler (üniversite, yazar, yazar sayısı, yıl, atıflar, konu, anahtar kelimeler vb.) üzerinden incelenerek, bilimsel iletişime dair bazı kanaatlere varmak mümkündür. Bu kanaatler ile ülkelerin, kurumların karşılaştırılması, literatürdeki aktif yazarların tespiti ve dergilerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Yani bibliyometrik analiz sonuçları ile disiplinlere göre farklılıkların bulunması, kurumların, yazarların, dergilerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Yalçın, 2010).

Akademik yayımlar üniversitelerin akademik eğilimlerini görmek için çok önemli bir göstergedir. Son yıllarda artan üniversite sayısı ve paralelinde artan dergi sayısı sonrasında, çok çeşitli bilim dallarında yayınların yapıldığı görülmektedir. Bilim dallarının gelişim düzeyinin belirlenebilmesi ve hangi konuların hangi dönemlerde yoğun olarak çalışıldığının tespit edilebilmesi açısından yazılı bilimsel çalışmaların belirli dönemler itibariyle incelenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışma, Türkiye’deki 1980–2019 yılları arasında WoS (Web of Science) veri tabanı tarafından taranan Türkiye adresli çalışmaların analiz edilmesi amacı ile yapılmıştır. WoS veri tabanından veriler alınırken web servis teknolojisi kullanılmış ve alınan veriler NoSql (Not Only Sql) veri tabanına kaydedilmiştir. Veriler incelendiğinde yazarlara unique id atanmadığı, aynı isimli yazarları yazar hakkında

bilgi sahibi olunmadığı durumlarda ayıklamanın mümkün olmadığı, çeşitli verilerde yazım hataları olduğu gibi durumlar tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmaların birçoğunda spesifik bir alan üzerine yazılmış makaleler incelenmiştir ve bu incelenen makale sayısının 1000’in altında olduğu görülmüştür. Aynı zamanda yazar, üniversite birlikteliği birçok makalede bulunmamaktadır. Spesifik alanlarda yazılan makaleler incelendiği için kategori bazında bir karşılaştırma mümkün olmamıştır. Aynı zamanda yapılan çalışmaların hiçbirinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada MongoDB, Spark gibi güncel teknolojiler kullanılarak birliktelik analizi yapılmıştır.

Elde edilen verilerden; bir yazar id’ye, adrese, anahtar kelimeye sahip olmayan ve ‘Article’ tipinde olmayan veriler silinmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen 585236 veriden 220969 ‘u analize tabi tutulmuş ve sonuçları paylaşılmıştır.

Literatüre bakıldığında hem ulusal hem de uluslararası çalışmalarda bibliyometrik profillerin çıkarılmasına dönük birçok çalışma yer almaktadır.

Niemi (1975) çalışmasında, ABD’de iktisat alanında yayım yapan 24 tane derginin makalelerini incelemiştir. ABD’de çalışma yapan üniversiteleri iktisat bölümlerini bazında değerlendirmiştir. Bu çalışmada değerlendirme ölçütü olarak, makale sayıları ve makalelerin sayfa sayılarını kullanmıştır.

Phene and Guisinger (1998), 1981-1991 yılları arasında “Journal of International Business Studies” dergisinde yayımlanan çalışmalar üzerinde bibliyometrik analiz gerçekleştirmişlerdir. Bu analizin sonucunda elde ettikleri verileri, kendi çıkarım ve önerilerini dergi ile paylaşmışlardır. Bu sayede dergi gelişiminin artırılmasına katkıda bulunmuşlardır.

Nazmi Kozak (2003) çalışmasında, 1997-2002 seneleri arasındaki akademik dergilerdeki değişimleri incelemiş, bu süre zarfında sosyal bilimler alanında yayımlanan dergilerin sayısında ve yayımlanma sıklığında artış olduğunu tespit etmiştir.

Jogaratnam, McCleary, Mena, and Yoo (2005) çalışmalarında, 1992-2001 yılları arasında Turizm alanında yayınlanmış olan 11 dergiyi incelemiştir. En fazla katkı yapan yazarların; üniversitelerini, dünya genelinde en fazla katkı yapan bölgeleri ve en fazla tekrar yayın yaptıkları dergileri değerlendirmişlerdir.

Dumrul and Aysu (2006) çalışmalarında, Erciyes Üniversitesi İİBF dergisinde yayımlanan makalelerin belirli parametrelere göre analizlerini yapmışlardır. Bu analiz sırasında; akademik dereceler, makalelerin yayımlandıkları dil ve ana bilim dalları, makaledeki yazar sayıları, makaledeki yazarların daha önce yayımladıkları makale sayısını dikkate almışlardır. Her bir makalenin profilini ortaya çıkarmışlardır. Araştırmanın sonucunda, incelenen makalelerin bazı anabilim dallarında daha çok yoğunlaştığı, toplamda orta seviye çalışmaların düşük bir yer yer kapladığı gibi bulgulara ulaşılmıştır.

Al (2008) çalışmasında, yerli literatürler incelendiğinde bibliyometrik alanda yapılan ilk araştırmanın Özino tarafından 1970 yılında yayımlanan "Growth in Turkish Positive Basic Sciences" olarak kabul görüldüğünü belirtmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'nin temel bilimlerdeki verimliliği incelemiş, 1990 yılı sonrasında benzer araştırmalarda artış olduğunu gözlemlemiştir.

Taşkın and Çakmak (2010) çalışmalarında, Bilgi Dünyası Dergisi'nde bulunan 104 makale ve 60 görüşün analizini yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda, son 4 yılda hakemli dergiler tarafından yayımlanan makale sayısının önceki yıllara nazaran daha fazla olduğu aynı zamanda makalelerin konusunun çoğunlukla bilgi merkezleri ile ilgili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Wang and Hu (2011) çalışmalarında, 1990-2009 yılları arasında pazarlama ve reklamcılık alanında yayımlanmış 39 makalenin atıflarını incelemişlerdir. İnceledikleri 1801 atf ile reklamcılık alanının temel özellikleri üzerine bir bibliyometrik analiz yapmışlardır.

Sakar and Cerit (2013) çalışmalarında, bibliyometrik araştırmalar ile ülkelerin bilimsel yayın politikaları ve akademik eğilimlerinin değerlendirilmesinin yapılabileceğini aynı zamanda akademik kurumlarının ve araştırmacılarının yayın performanslarını da ölçmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Metin (2013) çalışmasında, bibliyometrik çalışmalar ile elde edilen verilere istatistiksel, matematiksel teknikler uygulanarak; kitap, belge, makale ve dokümanların belirli özelliklerinin çözümlenmesi ve gelişimine ilişkin yorumlar yapılmasının mümkün olduğunu belirtmiştir.

Bakir (2013) çalışmasında, en çok "pazarlama iletişimi" ve "tüketici davranışları" üzerine çalışmaların yapıldığını keşfetmiştir. "E-pazarlama" ve "fiyat" alanlarında ise çalışmaların en az yapıldığını belirtmiştir. Aynı zamanda, nicel çalışmaların (%62) daha fazla olduğu sonucunu elde etmiştir.

Evren and Kozak (2014) çalışmalarında, araştırmacılar, dergiler, akademik kurumlar ve çeşitli disiplinler için bibliyometrik araştırmanın öneminin gün geçtikçe arttığını ve son yıllarda çok popüler hale geldiğini belirtmişlerdir.

Ulu and Akdağ (2015) çalışmalarında, 1999-2013 yılları arasında "Selçuk İletişim Dergisi'nde" yayımlanan 467 makaleyi analiz etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda, makalelerin büyük çoğunluğunun tek yazarlı olduğunu belirlemişlerdir.

Aykanat and Yıldız (2016) çalışmalarında, 1970-2015 yılları arasında dünyada işletme alanındaki, girişimcilik çalışmalarının gelişimini görmek amacıyla bibliyometrik analiz ve bilimsel haritalama yöntemine başvurmuşlardır. Bu çalışma sonucunda, 2006 yılı sonrasında yayın sayılarında artış olduğunu gözlemlemiştir. Aynı zamanda ülkeler bazında dağılımları ortaya koymuşlardır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Temel Kavramlar

Bibliyometri köken olarak, "biblio" ve "metric" kelimelerinden meydana gelmektedir. Biblio kelimesi eski Yunancada (Grek) kitap anlamına gelen biblion kelimesinden gelmektedir. Metrics kelimesi de yine Eski Yunancada metricus veya metrikos kelimelerinden türeyen ölçü bilimi anlamına gelmektedir (Sengupta, 1992).

Akademik makalelerin belirli unsurlarını istatistiksel ve sayısal analizler aracılığı ile incelemekte olan bibliyometri, ilk defa 1920 yıllarında dile getirilmeye başlanmıştır. E. Wyndham Hulme tarafından Cambridge Üniversitesinde 1922 yılında ders verilmiştir. Bu ders sonrasında kitap olarak da yayımlanmıştır. Hulme bibliyometriyi, "Belge sayma yoluyla bilim ve teknoloji süreçlerinin aydınlatılması." diyerek tanımlamıştır (Pritchard, 1969).

Atıf, kullanılacak olan bilginin belgelendirilmesi işlemini gerçekleştirdiği için, bilimsel bilgiye erişecek olan kişiler için büyük bir önem taşımaktadır (Glänzel, 2009). Literatürde atıf yapmanın, temelde atıf yapan ile birlikte atıf yapılan makale arasında bir bağ kurmakta olduğu belirtilmektedir (Smith, 1981). Aynı zamanda atıf yapmanın genel amacı spesifik bir konu hakkında dokümantasyon ve destek sağlamaktır.

SCI, temel bilimler arasındaki bilimsel indekslerden ilk yayınlanan olduğu için en kapsamlı ve geriye dönük en geniş bilgi içerenidir. Kapsamında 20. yüzyılın başlarından başlayarak günümüze kadar Ziraat, Astronomi, Biyokimya, Biyoloji, Biyoteknoloji, Kimya, Bilgisayar, Nöroloji, Onkoloji, Farmakoloji, Fizik, Psikiyatri, Malzeme Bilimi, Matematik, Tıp, Cerrahi, Veteriner Bilimleri gibi alanlarının da içerisinde bulunduğu 150' den fazla konu bulunmaktadır (Al, 2008).

SSCI (Social Sciences Citation Index) indeksi, sosyal bilimler alanındaki 1700 adetten fazla bilimsel dergi taranmaktadır. Bazı alanlardaki dergiler(psikiyatri, psikoloji, bilgi bilim gibi) hem SCI hem de SSCI alanındaki alanı altında indekslenmektedir (Al, 2008).

AHCI (Arts and Humanities Citation Index), sanat ve insan bilimleri alanlarını içeren 1100'den fazla dergi taranmaktadır. 1975 yılına kadar geriye dönük bilgi içermektedir. SCI ve SSCI indekslerinden bulunmayan bazı alanları (tiyatro oyunu tanıtımı, opera değerlendirmesi, film tanıtımı) indekslemektedir.

2.2. Büyük Veri

Büyük veri halihazırdaki sistemlerin işleyemeceği hatta saklayamayacağı kadar geniş ve farklı türdeki veri kümelerine verilen genel bir addır. Bir başka deyişle bilinen veri tabanı yönetim sistemlerinin, yazılım araçlarının veri toplama, saklama yönetme ve çözümleme gibi yeteneklerinin yetersiz kaldığı büyüklükteki verilere büyük veri denilmektedir (Özdeş, 2017).

Bir veri kümesini büyük veri olarak adlandırabilmek için sadece boyut olarak büyük olması yeterli değildir. 2001 yılında Doug Lane tarafından hazırlanan araştırma raporunda, büyük veri üç boyutlu olarak yani 3V şeklinde tanımlanmıştır. Verideki değişimleri ve verinin bileşenlerini inceleyen Loan' a göre bunlar şu şekildedir (Laney, 2001):

- Verinin Hızı
- Verinin Büyüklüğü
- Verinin Çeşitliliği

Bu araştırma sonrasında yapılan bazı araştırmalar bu tanımlamalara yenilerini ekledi. Bunlar ise şu şekildedir:

- Verinin Doğruluğu
- Verinin Değeri

Tek bir bilgisayarla sorun çözümlemenin yeterli olmadığı, çözüm süresinin uzadığı, yeterli saklama alanına sahip olunmayan durumlarda dağıtık sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgisayar donanımlarını artırarak işlem gücünü arttırmak mümkündür. Tek bir bilgisayarın gücünü arttırmak gün sonunda bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Donanımın arızalanması, olası bir terslik durumunda yerine çalışacak sistemin maliyetinin aynı miktarda olması, donanım gücü arttıkça maliyetin ciddi miktarda artması bu sorunların belli başlılarıdır.

2.3. Birlikte Kuralları

Veri Madenciliği modelleme tekniklerinden biri de birliktelik kurallarıdır. Tekrar eden verilerin tespit edilmesi ve ortaya çıkarılmasında önemli yer tutmaktadır. Bunun en bilinen örneği, bir alışveriş mağazasının en çok birlikte satılan ürünler üzerinden kampanya yaparak müşteriye daha çok ürün satmasıdır.

Satın alma eğilimlerini ortaya çıkaran birliktelik kuralları ve zaman örgülerinin, Pazar Sepet Analizi adı altında kar artışını sağlamak amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Diğer kullanım alanları ise; promosyon analizleri, çapraz pazarlama, katalog ve yerleşim düzeni planlamadır (Erpolat, 2012).

Birliktelik kural analizi ile ilgili birçok algoritma bulunmaktadır. Birliktelik kural analizi için yaygın kullanılan algoritmalarından bir tanesi FP-Growth (Frequent Pattern Growth) Algoritması'dır (Jiawei, Kamber, & Pei, 2000). Birçok algoritmaya göre daha hızlı çalışmakta olan algoritma veritabanını sadece 2 defa tarayarak FP-Tree(Frequent Pattern Tree) olarak adlandırılan ağaç yapısını kurmaktadır. Veriler ağaç yapısında sıkıştırılmış olarak tutulmaktadır. Algoritma ilk taramasında destek değerini hesaplamaktadır. İkinci taramasında ise, ağaç veri yapısını kurmaktadır. Algoritmanın en önemli özelliği diğer

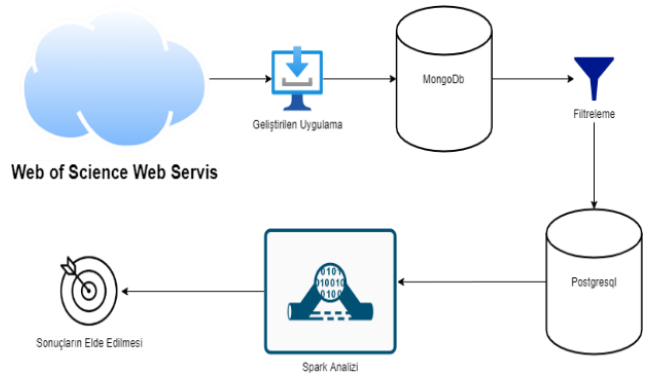
algoritmaların yapmakta olduğu gibi, aday küme üretmeden yaygın nesne kümelerini test edebiliyor olmasıdır. Bu nedenle büyük veri kümeleri ile çalışırken sistem kaynaklarını daha verimli kullanırken aynı zamanda da daha hızlı çalışmaktadır (Erpolat, 2012).

Destek değerleri algoritmaya verilen destek değerinden büyük ya da eşit olan veriler bir listeye eklenir ve büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu işlem sonrasında destek değerine göre veriler ağaca sıkıştırılarak yerleştirilir. Bu işlem sonrasında destek değeri büyük olan değerler ağacın köküne en yakın olacak şekilde yerlerini almış olurlar. Sıkıştırılma işlemi olarak adlandırılan işlem çok tekrarlı verilerin ilk ekler olarak birleştirilmesidir. Bu işlem sayesinde arama maliyeti önemli bir miktarda düşmektedir. Ağaç oluşturulurken, ağaçta olmayan her bir kayıt için düğüm oluşturulmaktadır. Her bir düğüm için destek değeri olarak başlangıçta 1 atanmaktadır. Eğer nesne önceden oluşturulmuş ise destek değeri 1 artırılmaktadır.

Ağaç oluşturulduktan sonra Growth Algoritması ağaç üzerine uygulanır. İlk olarak ağaç üzerinde nesnelerin geçtiği dalların tespiti yapılmaktadır. Birlikte sıkça görülen değerleri belirleyen algoritma "böl ve yönet yaklaşımına" uygun bir şekilde büyük nesne kümelerini kendi aralarında bölerek daha küçük parçalara bölünmesini sağlamaktadır. Bundan dolayı oluşturulan FP-Tree veri yapısı asla asıl kümeden büyük olamamaktadır (Pandey & Pardasani, 2009).

3. BULGULAR

Bu çalışmada geliştirilen araçta, Türkiye adresli akademik çalışmaları incelemek amacı ile Şekil 1.'deki gibi bir yol izlenmiştir. Öncelikle WoS veri tabanından veriler çekilmiştir. Veriler çekilirken, WoS tarafından sağlanan servisler kullanılmıştır. WoS servislerini kullanabilmek için Ulaknet ağına dahil olmak gerekmektedir. Bu nedenle verilerin bir kısmı üniversite içerisindeki çalışmalarla, bir kısmı ise Virtual Private Network (VPN) aracılığıyla Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) ağına dahil olunarak yapılan çalışmalarla elde edilmiştir.



Şekil 1. Akış diyagramı

WoS servislerine API aracılığıyla ulaşmak için sadece Ulaknet ağına dahil olmak yetmemektedir. Servis, token tabanlı yetkilendirme kontrolü ile korunmaktadır. Ulaknet ağına bağlı iken yetkilendirme servisine istek yaparak gerekli token'ı almak ve bundan sonraki her isteğin

'Cookie' kısmında bulunan "SID" anahtar kelimesine bu değeri aktarmak gerekmektedir

Yetkilendirme işlemi sonrasında, gerekli verilerin alınacağı servis ile bağlantı yapılabilir. Sonrasında aşağıda verilen parametreler yardımı ile sorgulama işlemleri yapılabilir.

Sorgulama işlemi sonucunda servis, yapılan sorguya ait bir id ve toplam kaç tane kayıt bulunduğu bilgisini geri döndürmektedir. Burada önemli olan nokta, bir id üzerinden maksimum 100000 kayıt okunmaya izin veriliyor olmasıdır. Elde edilmek istenen veri seti 585236 kayıt içerdiği için, işlemler aylık bazda sürdürülmüştür. 1980 yılından 2019 yılına kadar olan aylar için her seferinde servisten bir adet id alınmıştır. Bu sayede aynı sorgulama işlemi sonucunda 100000 üzerinde kayıt elde edilmesi imkânsız hale getirilmiştir. Sistemden alınan "queryId" parametresine ek olarak, 2 tane daha parametrenin verilerin alınacağı servise gönderilmesi gerekmektedir. Bu ek parametrelerden birincisi "count", ikincisi ise "firstRecord" parametresidir. "count" parametresi, servise giden istek sonucunda tek seferde kaç adet kayıt getirileceğini temsil etmektedir. "firstRecord" parametresi ise o an kaçınıcı sayfada olduğu bilgisini saklamaktadır.

Bu işlemleri sağlayan bir kod yazılarak veriler çekilmiştir. WoS servisi Simple Object Access Protocol (SOAP) alt yapısını kullandığı için veriler Extensible Markup Language (XML) formatında dönmektedir. Veriler MongoDB veri tabanında saklanacağı için Javascript Object Notation (JSON) formatına dönüştürülmüştür. Bu işlem sonrasında veriler MongoDB veritabanında saklanmıştır.

```
{
  "$and": [
    {
      "static_data.fullrecord_metadata.addresses.@count": {
        "$ne": "0"
      },
      "static_data.summary.doctypes.@count": "1",
      "static_data.fullrecord_metadata.category_info": {
        "$exists": true
      },
      "static_data.summary.doctypes.doctype": "Article",
      "static_data.summary.names.name": {
        "$exists": true,
        "$ne": [],
        "$elemMatch": {
          "@daisng_id": {
            "$exists": true
          }
        }
      },
      "static_data.fullrecord_metadata.reprint_addresses.@count": {
        "$exists": true,
        "$ne": "0"
      }
    },
    {
      "$or": [
        {
          "static_data.fullrecord_metadata.keywords": {
            "$exists": true
          }
        },
        {
          "static_data.item.keywords_plus": {
            "$exists": true
          }
        }
      ]
    }
  ]
}
```

Şekil 2. Çalışmada kullanılan JSON filtre

Şekil 2.'de sorguda istenen şartları şu şekilde sıralamak mümkündür:

Kökte bulunan '\$and' operatörü sayesinde tüm şartların sağlanması zorunlu kılınmaktadır.

"static_data.fullrecord_metadata.addresses.@count" anahtar kelimesine sahip verilerden değeri 0 olmayanlar istenmektedir. Veri setinde 0 değerinin altında bir değer bulunmamaktadır. Yani, her kayıt için adres olmak zorundadır.

"static_data.summary.doctypes.@count" anahtar kelimesine sahip verilerden değeri 1 olanlar istenmektedir.

"static_data.summary.doctypes.doctype" anahtar kelimesine sahip verilerden değeri 'Article' olanlar istenmektedir. Bu şartı üçüncü maddedeki sorguyla beraber yorumlamak gerekmektedir. Üçüncü maddede doküman tipi 1 den fazla ya da az olamaz şartı konulmuştu. Bu maddeyle birlikte sadece doküman tipi 'Article' olanlar elde edilmiştir.

"static_data.summary.names.name" anahtar kelimesine sahip ve boş olmayan liste tipindeki kayıtlar içerisinde '@daisng_id' alanı bulunanlar istenmektedir. '@daisng_id' alanı her bir yazar için birincil anahtardır. Yapılan incelemelerde, yazarların isim ve soy isimlerinin yanlış girildiği görülmüştür. Bu alan aracılığı ile olası hatalı sonuçların çıkması engellenmiştir.

"static_data.fullrecord_metadata.reprint_addresses.@count" anahtar kelimesine sahip ve değeri 0 olmayan kayıtlar istenmiştir.

"static_data.fullrecord_metadata.keywords" ya da "static_data.item.keywords_plus" anahtar kelimelerinden en az birine sahip olması istenmiştir.

Sorgu işlemi sonucunda 585236 kayıt içinden 349303 kayıt seçilmiştir. Bulunan kayıtlar Python kodu aracılığıyla yeni bir collection'a aktarılmıştır. Bu aktarım sırasında bir filtreleme daha yapılmıştır. Bu filtreleme işlemi sonucunda her yazarın adresinin bulunması zorunlu tutulmuştur ve son kayıt sayısı 220969 olarak bulunmuştur.

Verileri hem görselleştirmek hem de ilişkili kayıtları bir web kullanıcı arabirimine aktarmak amacı ile OdoO kullanılmıştır. OdoO model first mimarisi ile çalıştığı için veriler OdoO yapısına aktarıldığında, MongoDb üzerinde bulunan kayıtlar hem ilişkisel veri tabanı olan PostgreSQL'e taşınmış hem de web uygulaması aracılığıyla görselleştirilmiştir.

Veriler yapısal veri tabanına aktarıldıktan sonra okul, yazar, akademik çalışma ve anahtar kelime tabloları, Sql sorgusu aracılığıyla csv tipindeki dosyalara dönüştürülmüştür. Sisteme Spark için gerekli yazılımlar yüklenmiştir.

Çalışmada ilişki analizini gerçekleştirmek amacı ile FP-Growth algoritması seçilmiştir. Apache Spark aracılığıyla üniversiteler ve yazarlar tabloları üzerinde FP-Growth algoritması kullanılarak birliktelik analizi yapılmıştır.

İlk olarak akademik çalışmalarda beraber çalışan üniversiteler incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda en çok beraber çalışma yapan üniversiteler çizelge 1.'de sunulmuştur.

Beraber en çok çalışma yapan üniversiteler incelendiğinde; birbirine yakın üniversitelerin daha çok birlikte çalışma yaptığı gözlemlenmiştir. Özellikle, Ankara ve İstanbul şehirlerindeki üniversitelerin birlikte daha fazla çalışma yaptığı görülmüştür. Gazi, Ankara, Hacettepe ve İstanbul

Üniversiteleri'nin, sadece buldukları şehirlerdeki üniversitelerle beraber çalışmadıkları, aynı zamanda farklı şehirlerdeki üniversitelerle de çalışma yaptıkları görülmektedir.

Birlikte analiz sonucunda, beraber çalışma ihtimali olan ilk 20 üniversite Çizelge 2.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. En çok beraber çalışma yapan üniversiteler

Beraber Çalışma Yapan Üniversiteler	Beraber Çalışma Sayısı
Gazi Univ, Hacettepe Univ	783
Gazi Univ, Ankara Univ	763
Ankara Univ, Hacettepe Univ	676
Dokuz Eylül Univ, Ege Univ	628
Celal Bayar Univ, Ege Univ	487
Marmara Univ, İstanbul Univ	449
Necmettin Erbakan Univ, Selçuk Univ	419
Adnan Menderes Univ, Ege Univ	349
Kirikkala Univ, Gazi Univ	325
Kirikkala Univ, Ankara Univ	305
Anadolu Univ, Eskisehir Osmangazi Univ	302
Recep Tayyip Erdoğan Univ, Karadeniz Tech Univ.	301
Basken Univ, Hacettepe Univ	298
Erzincan Univ, Atatürk Univ	282
Bezmi Alem Vakıf Univ, İstanbul Univ	270
Hacettepe Univ, İstanbul Univ	250
Mersin Univ, Çukurova Univ	243
Inonu Univ, Fırat Univ	242
Erciyes Univ, Gazi Univ	241
Ankara Numune Training & Res Hosp, Hacettepe Univ	238
Selçuk Univ, Gazi Univ	237
Ege Univ, Hacettepe Univ	236
Baskent Univ, Gazi Univ	234
Ege Univ, İstanbul Univ	232
Pamukkale Univ, Ege Univ	229
Baskent Univ, Ankara Univ	228

Çizelge 2. Birlikte çalışma yapabilecek üniversite tahmin sonuçları

Baskent Univ	Ankara Univ, Hacettepe Univ Gazi Univ
İstanbul Univ	Hacettepe Univ Marmara Univ Ege Univ Bezmi Alem Vakıf Univ
Hacettepe Univ Zonguldak Karaelmas Univ	Ankara Univ Ege Univ Gazi Univ İstanbul Univ Baskent Univ Ankara Numune Training & Res Hosp
Selçuk Univ	Gazi Univ Necmettin Erbakan Univ
Atatürk Univ Pamukkale Univ	Ege Univ Erzincan Univ
Gazi Univ	Ankara Univ Hacettepe Univ Erciyes Univ

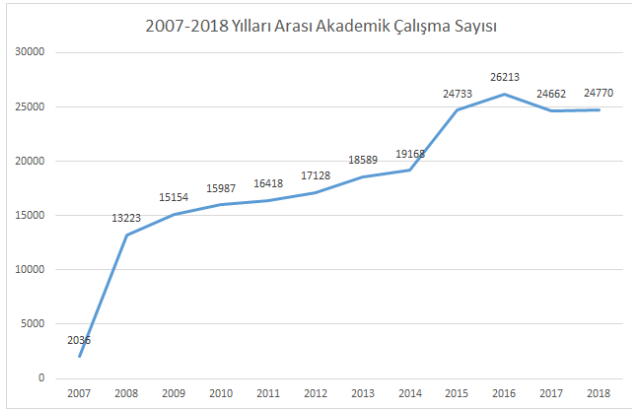
	Baskent Univ Selcuk Univ Kirikkale Univ
Hacettepe Univ Ege Univ Rize Univ	Ankara Univ Dokuz Eylul Univ Celal Bayar Univ Gazi Univ Istanbul Univ Baskent Univ Adnan Menderes Univ Pamukkale Univ Ankara Numune Training & Res Hosp
Ankara Univ	Hacettepe Univ Gazi Univ Baskent Univ Kirikkale Univ
Istanbul Univ Afyon Kocatepe Univ	Hacettepe Univ Marmara Univ Ege Univ Bezmialem Vakif Univ
Ankara Univ Kirikkale Univ	Hacettepe Univ Gazi Univ Baskent Univ
Baskent Univ Minist Hlth Bayindir Hosp	Ankara Univ Hacettepe Univ Gazi Univ
Istanbul Univ Haseki Training & Res Hosp	Hacettepe Univ Marmara Univ Ege Univ Bezmialem Vakif Univ
Baskent Univ Ortoklin	Ankara Univ Hacettepe Univ Gazi Univ
Ankara Univ Dr Sami Ulus Childrens Hosp	Hacettepe Univ Gazi Univ Baskent Univ Kirikkale Univ
Marmara Univ Istanbul Univ Haydarpaşa Numune Teaching & Res Hosp	Hacettepe Univ Ege Univ Bezmialem Vakif Univ
Kirikkale Univ	Ankara Univ Gazi Univ
Celal Bayar Univ Ege Univ	Hacettepe Univ Dokuz Eylul Univ Istanbul Univ Adnan Menderes Univ Pamukkale Univ
Istanbul Univ Kadir Has Univ Univ Ghent	Hacettepe Univ Marmara Univ Ege Univ Bezmialem Vakif Univ
Anadolu Univ Pamukkale Univ Texas A&M Univ SUNY Coll Brockport	Ege Univ Eskisehir Osmangazi Univ
Ankara Univ Kirikkale Univ Ufuk Univ	Hacettepe Univ Gazi Univ Baskent Univ

Çizelge 2. ile, çizelgenin birinci sütunundaki üniversite veya üniversiteler ile ikinci sütunundaki üniversite veya üniversitelerin çalışma yapma olasılıklarının olduğu bilgisi verilmiştir. Çizelge 1'e bakıldığında en çok beraber çalışma yapan üniversitelerin aynı ya da yakın şehirlerde olduğu görülmektedir. Birliktelik analizi sonuçları incelendiğinde, sonuçların tutarlı olduğu görülmektedir. Üniversite

birliktelik analizi sonuçlarının aynı ya da yakın şehirlerde olan üniversiteleri içerdiği görülmektedir. Aynı zamanda, daha önce fazla sayıda birlikte çalışma yapan üniversitelerin de birlikte yayın yapabilme ihtimali olan üniversiteler arasında olduğu görülmektedir.

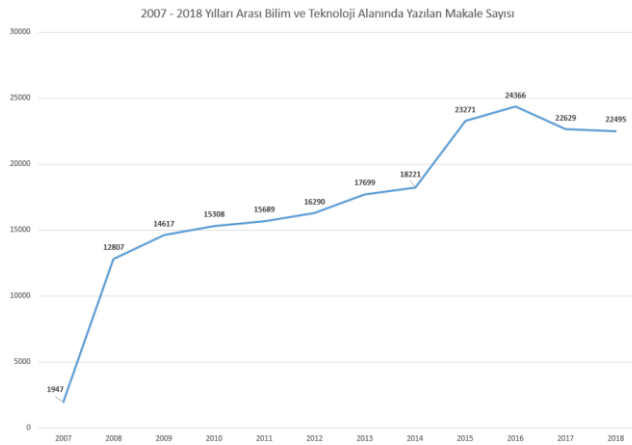
Yapısal veri tabanı olan Postgresql üzerine aktarılmış veriler sql sorguları aracılığıyla analiz edilmiştir. Sene bazında üniversiteler incelenirken, tüm üniversitelerin eşit olarak değerlendirilebilmesi adına son 5 yıla ait veriler dikkate alınmıştır.

Şekil 3.'de 2007-2018 yılları arasında Türkiye adresli olarak yapılan yayın sayılarına ait grafik sunulmuştur. 1989-2007 yılları arasındaki akademik çalışma sayısı çok az olduğu için grafikte yer verilmemiştir. Grafik incelendiğinde 2008 yılında makale sayısındaki yaklaşık %549'luk artış dikkat çekmektedir. 2014 yılına kadar artışın düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. 2015 yılına gelindiğinde yaklaşık %29'luk bir artış dikkat çekmektedir. 2016 yılına kadar sürekli artmakta olan makale sayısı 2017 yılında ilk defa %5'lik oranda düşüş göstermiştir. 2007-2018 yılları arasında toplamda 218081 tane makale yayınlandıği görülmüştür.



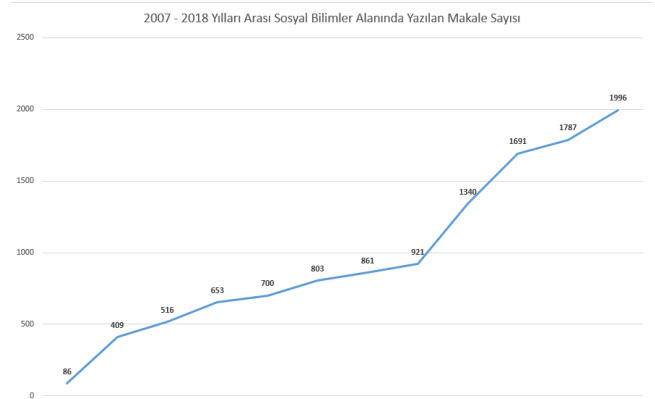
Şekil 3. 2007-2018 Yılları arası Türkiye adresli akademik çalışma sayısı

Şekil 4'de, 2007-2018 yılları arasında bilim ve teknoloji alanında yayımlanan makalelere ait grafik sunulmuştur. Bu alanda yazılan makalelerin toplamı tüm kategorilerde yazılan makalelerin yaklaşık %94'üne karşılık gelmektedir. Yani Türkiye'de yazılan akademik makalelerin yaklaşık %94'ü bu alandır.



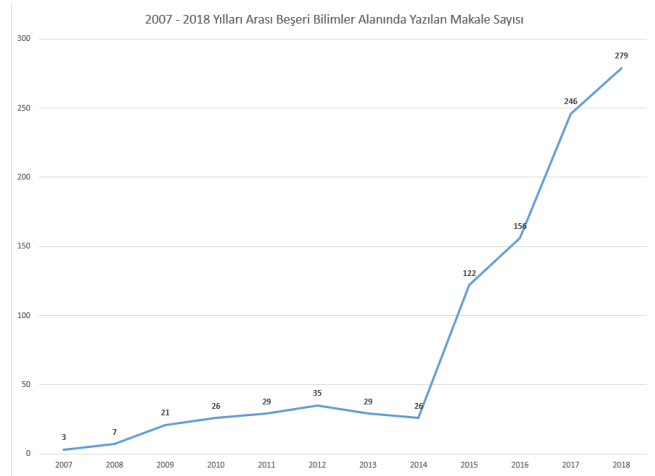
Şekil 4. 2007-2018 Yılları arası Türkiye adresli bilim ve teknoloji alanında yazılan makale sayısı

Şekil 5.'de, 2007-2018 yılları arasında sosyal bilimler alanında yayımlanan makalelere ait grafik sunulmuştur. Grafikte de görüldüğü gibi bu alanda çok az makale yazılmıştır. Makale sayısı her ne kadar az olsa da her sene artan bir ivme vardır. 2007-2018 yılları arasında toplamda 11763 adet makale üretilmiştir. Bu da toplam makale sayısının yaklaşık %5,39'una karşılık gelmektedir.

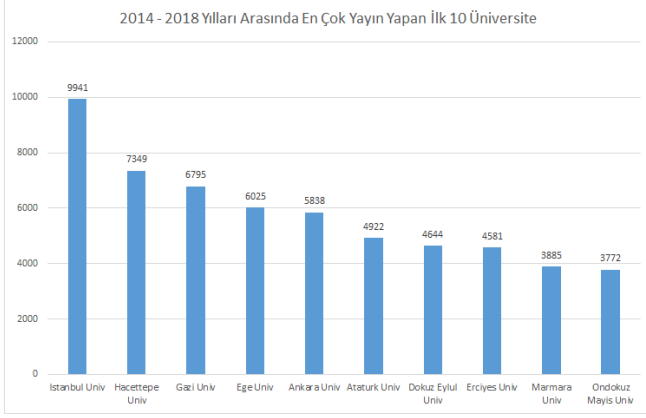


Şekil 5. 2007-2018 Yılları arası Türkiye adresli sosyal bilimler alanında yazılan makale sayısı

Şekil 6'da, 2007-2018 yılları arasında beşerî bilimler alanında yayımlanan makalelere ait grafik sunulmuştur. Grafik incelendiğinde, Türkiye'de beşerî bilimler alanında çok az makale yazıldığı görülmektedir. 2007-2018 yılları arasında toplamda 979 adet makale yazılmıştır. Bu da toplam makale sayısının yaklaşık %0,45'ine karşılık gelmektedir.

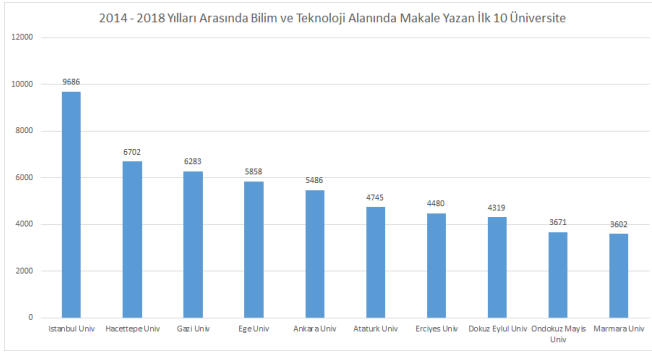


Şekil 6. 2007-2018 Yılları arası Türkiye adresli beşerî bilimler alanında yazılan makale sayısı



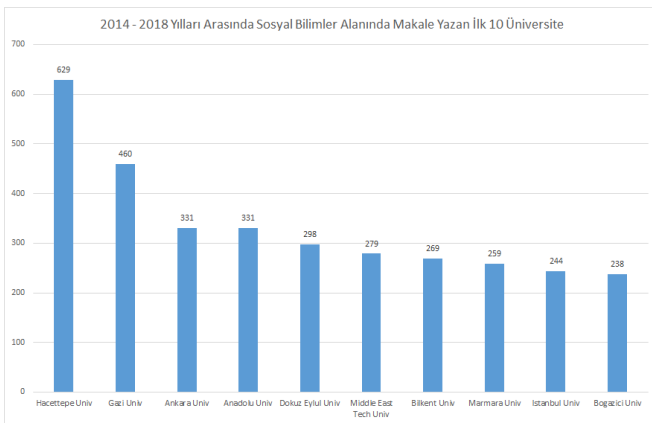
Şekil 7. 2014-2018 Yılları arası en çok yayın yapan 10 üniversite

Şekil 7.'de, 2014-2018 yılları arasında Türkiye adresli yayımlanan akademik makale sayıları incelenmiştir. En çok makale yayınlayan üniversitenin İstanbul Üniversitesi olduğu görülmüştür. İstanbul Üniversitesine en yakın ikinci üniversitenin ise 7349 makale ile Hacettepe Üniversitesi olduğu görülmüştür. Süleyman Demirel Üniversitesi 3260 makale ile 17. sırada yer almaktadır.



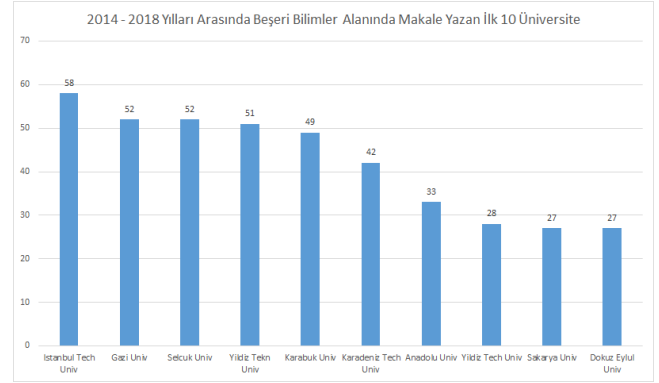
Şekil 8. 2014-2018 Yılları arası bilim ve teknoloji alanında en çok yayın yapan 10 üniversite

Şekil 8.'de 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, bilim ve teknoloji alanındaki Türkiye adresli makale sayıları analiz edilmiştir. En çok yayın yapan üniversitenin İstanbul Üniversitesi olduğu görülmüştür. Süleyman Demirel Üniversitesi 3168 makale ile 17. sırada yer almaktadır.



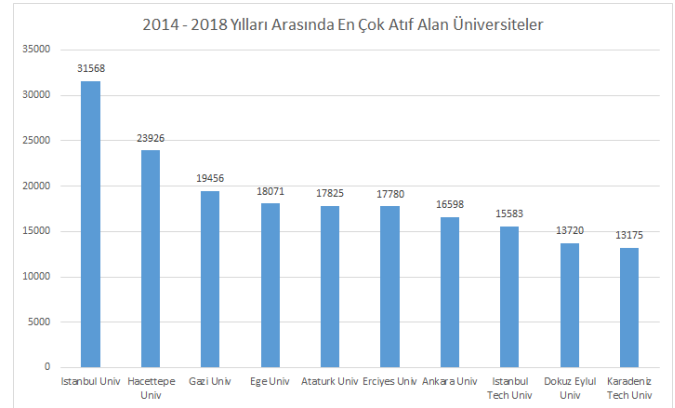
Şekil 9. 2014-2018 Yılları arası sosyal bilimler alanında en çok yayın yapan 10 üniversite

Şekil 9.'da, 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, sosyal bilimler alanındaki Türkiye adresli makale sayıları analiz edilmiştir. 629 yayımla en çok yayın yapan üniversite, bilim ve teknoloji alanında 2. sırada olan Hacettepe Üniversitesi'dir. Bilim ve teknoloji alanında 1. sırada olan İstanbul Üniversitesi sosyal bilimler alanında 9. Sırada olduğu görülmüştür. Süleyman Demirel Üniversitesi 87 yayım ile sosyal bilimler arasında 40. sıradadır.



Şekil 10. 2014-2018 Yılları arası beşerî bilimler alanında en çok yayın yapan 10 üniversite

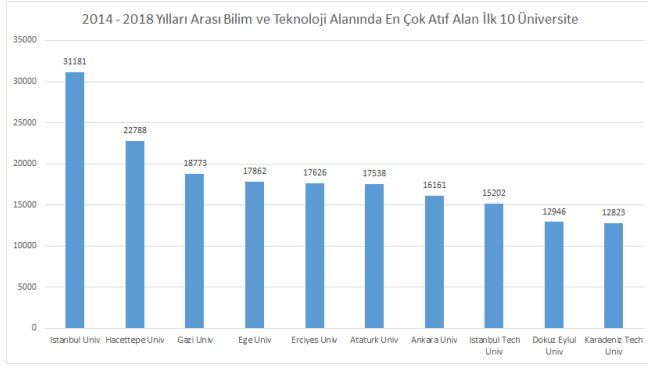
Şekil 10.'da, 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, beşerî bilimler alanındaki Türkiye adresli makale sayıları analiz edilmiştir. 58 yayımla İstanbul Teknik Üniversitesi'nin birinci sırada olduğu görülmektedir. Diğer alanlarda ilk sıralarda olan İstanbul Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi bu alanda ilk 10 da yer almamaktadır. Süleyman Demirel Üniversitesinin bu alanda 5 tane yayımı bulunmaktadır.



Şekil 11. 2014-2018 Yılları arası en çok atıf alan 10 üniversite

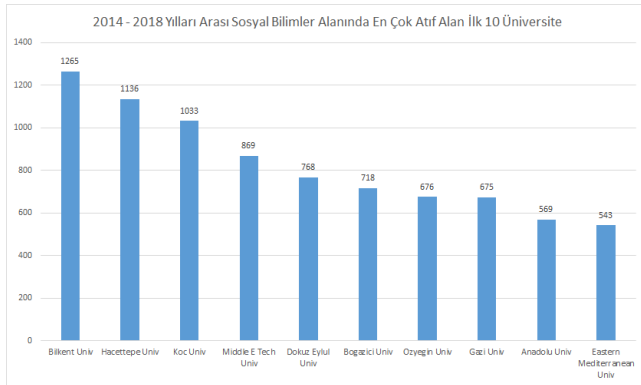
Şekil 11.'de 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, Türkiye adresli makalelerin aldığı atıf sayıları analiz edilmiş ve ilk 10 üniversiteye ait grafik verilmiştir. Şekil 6.'da makale sayısına göre ilk 10 üniversite verilmişti. İlk 4 üniversiteye bakıldığında hem en çok makale üreten üniversiteler hem de en çok atıf alan üniversitelerin aynı olduğu görülmüştür. İstanbul Teknik Üniversitesi ve Karadeniz Teknik Üniversitesi makale sayısına göre sıralandığında ilk 10 üniversite arasında bulunmamasına rağmen, atıf sayısına göre sıralandığında ilk 10 üniversite arasında yer almıştır. Marmara ve Ondokuz Mayıs

Üniversiteleri ise makale sayısına göre sıralandığında ilk 10 üniversite arasında olmasına rağmen atıf sayısına göre bakıldığında ilk 10 üniversite arasında yer alamamıştır. Makale sayısına göre bakıldığında 17. sırada olan Süleyman Demirel Üniversitesi, atıf sayısına göre sıralandığında 9587 atıf ile 18. Sırada yer almaktadır.



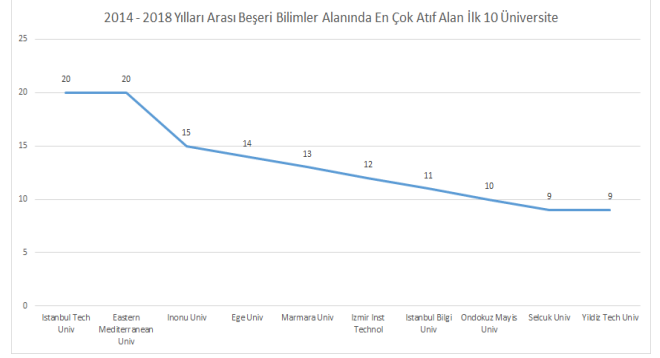
Şekil 12. 2014-2018 Yılları arası bilim ve teknoloji alanında en çok atıf alan 10 üniversite

Şekil 12.'de 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, bilim ve teknoloji alanındaki Türkiye adresli en çok atıf alan makaleler analiz edilmiştir. Türkiye'de en çok yayın yapılan alan bilim ve teknoloji alanı olduğu için Şekil 11. ile Şekil 10. arasında sadece sayıların bir miktar değiştiği, sıralamada ise Erciyes ve Atatürk Üniversitelerinin yer değiştiği görülmüştür.



Şekil 13. 2014-2018 Yılları arası sosyal bilimler alanında en çok atıf alan 10 üniversite

Şekil 13.'de, 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, sosyal bilimler alanındaki Türkiye adresli en çok atıf alan makaleler analiz edilmiştir. Sosyal bilimler alanında makale sayısına göre bakıldığında sıralamada geride olan üniversitelerin atıf sayısında öne çıktıkları da görülmektedir. Bilkent üniversitesi makale sayısına göre yedinci sırada olmasına rağmen atıf sayısında birinci sırada yer almıştır. Hacettepe Üniversitesi makale sayısında birinci sırada yer alırken atıf sayısına göre ikinci sırada yer almıştır. Koç Üniversitesi, Özyeğin Üniversitesi Anadolu Üniversitesi ve Doğu Akdeniz Üniversitesi makale sayısına göre ilk 10 arasında değilken, atıf sayısına göre sıralandığında ilk 10 da yer aldıkları görülmektedir. Süleyman Demirel Üniversitesi sosyal bilimler alanında 66 atfa sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 14. 2014-2018 Yılları arası beşeri bilimler alanında en çok atıf alan 10 üniversite

Şekil 14.'de, 2014-2018 yılları arasında üniversite bazında, beşeri bilimler alanındaki Türkiye adresli en çok atıf alan makaleler analiz edilmiştir. Beşeri bilimler alanı Türkiye'de en az makale yazılan alan olduğu için çok az miktarda atıf vardır. Makale sayısına göre bakıldığında da birinci sırada yer alan İstanbul Teknik Üniversitesi en çok atıf alan üniversiteler arasında da birinci sırada yer almaya devam etmektedir. Şekil 12. ve Şekil 9. incelendiğinde birinci hariç sıralamanın tamamının değiştiği görülmektedir. Atıf sayılarının makale sayılarından az olduğu fark edilmektedir. Süleyman Demirel Üniversitesinin bu alanda 2 atfa sahip olduğu görülmüştür.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda en çok beraber yayın yapan yazarlar ve üniversiteler tespit edilmiş, birliktelik kuralları çıkarılmış ve bunlara bağlı olarak tahmin sonuçları üretilmiştir. Aynı zamanda üniversitelerin genel ve kategori bazında yayınları incelenmiştir. Bu inceleme sonrasında makale sayısı ve atıf sayılarını baz alan sıralamalar çıkarılmıştır. Üniversiteler karşılaştırılırken 2014-2018 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Bunun sebebi ise bazı üniversitelerin eski olmasına rağmen bazı üniversitelerin yakın geçmişte kurulmuş olmasıdır. Adil bir karşılaştırma olması için 2014 öncesi veriler dikkate alınmamıştır. Veriler 2019 yılının ilk çeyreğinde topladığı için 2019 yılına ait tüm veriler bu çalışmada değerlendirilememiştir. Bu nedenle 2018 yılı sınır olarak belirlenmiştir.

İnceleme sonrasında en çok makale yayınlayan ve en çok atıf alan üniversitelere bakıldığında İstanbul Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Ankara Üniversitesinin ilk 10' da olduğu görülmüştür. Aynı zamanda 2008 ve 2015 yıllarında akademik makale sayılarının ciddi miktarda arttığı görülmüştür. Ülkemizde en fazla bilim ve teknoloji alanında yayın yapıldığı fark edilmiştir. En az yayının ise beşeri bilimler alanında olduğu tespit edilmiştir.

Birliktelik analizi sonuçları incelendiğinde, en çok birlikte çalışma yapan ilk 3 üniversitenin şu şekilde olduğu görülmüştür: 783 akademik çalışma ile Gazi ve Hacettepe üniversiteleri, 763 akademik çalışma ile Gazi ve Ankara üniversiteleri, 676 çalışma ile Ankara ve Hacettepe üniversiteleridir. Beraber çalışma yapan üniversiteler incelendiğinde ilk 3 üniversitede olduğu gibi beraber

çalışma yapmayı etkileyen en önemli faktörün buldukları konum olduğu görülmektedir.

En çok birlikte akademik çalışma yapan yazarların ise şu şekilde olduğu görülmüştür: 95 akademik çalışma ile B. Cakir ve R. Ersoy, 78 çalışma ile M. Soylak ve M. Tuzen, 77 akademik çalışma ile Y. Atalay ve D. Avci.

Verilerin elde edilmesi sırasında kullanılan akademik çalışma indekslerini barındıran WoS platformunun eksikleri ve yanlışları olduğu tespit edilmiştir. WoS üzerinde makaleler ve yazarlar birleştirilirken isim benzerliği olan kişiler arasında makalelerin karıştığı görülmüştür. Aynı zamanda yazar ve okul isimlerinde yanlışlıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu yanlışlıkların az olmasının tahmin ve çıkarımları çok etkilemediği ve az miktarda bir yanıltmaya sebep olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmadan sonra akademik çalışmalar fakülte ve birim bazına indirgenerek yapılabilir. En çok birlikte çalışma yapan fakülte, birimler ve bu birimlerdeki yazarların birliktelik analizleri yapılabilir. Aynı zamanda en çok akademik çalışma yapan fakülte ve birimler sene bazında incelererek bibliyometrik analiz yapıp geleceğe dönük tahminler yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Al, U. (2008). Türkiye'nin bilimsel yayın politikası: Atf dizinlerine dayalı bibliyometrik bir yaklaşım. (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Aykanat, Z., & Yıldız, T. (2016). İşletme ve Yönetim Alanındaki "Stratejik Yönetim" Kavramının Evrimsel Gelişiminin Bilimsel Haritalama Yöntemiyle İncelenmesi. Paper presented at the Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, İstanbul.
- Bakır, N. (2013). Pazarlama Alanında Yapılan Doktora Tezlerinin Kategorik Olarak Değerlendirilmesi (1994-2012). Öneri Dergisi, 10(40), 1-13.
- Dumrul, A. G. C., & Aysu, A. G. A. (2006). Erciyes Üniversitesi İİ BF Dergisinde Yayınlanan Makaleler: Değerlendirme ve Bibliyografya (1981-2005). Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi(27).
- Erpolat, S. (2012). Otomobil Yetkili Servislerinde Birliktelik Kurallarının Belirlenmesinde Apriori ve FP-Growth Algoritmalarının Karşılaştırılması. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(1), 151-166.
- Evren, S., & Kozak, N. (2014). Bibliometric Analysis Of Tourism And Hospitality Related Articles Published In Turkey. *Anatolia*, 25(1), 61-80.
- Forsman, M. (2008). Do We Need A Qualitative Approach In Bibliometric Studies. 25(2), 249-254.
- Glänzel, W. (2009). History Of Bibliometrics And Its Present-Day Tasks In Research Evaluation.
- Jiawei, H., Kamber, M., & Pei, J. (2000). *Data Mining: Concepts And Techniques*: Morgan Kaufmann Publishers.

- Jogaratham, G., McCleary, K. W., Mena, M. M., & Yoo, J. J.-E. (2005). An Analysis Of Hospitality And Tourism Research: Institutional Contributions. *Journal of Hospitality Tourism Research*, 29(3), 356-371.
- Kozak, N. (1994). *Anatolia Dergisi'nde Yayınlanan Yazılar Üzerine Bir İnceleme*. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 22-33.
- Kozak, N. (2003). Türkiye'de Yayınlanan Akademik Dergilerin Niteliklerindeki Zaman İçerisindeki Değişim Nedenleri: Sağlık, Sosyal Ve Teknik Bilim Alanlarında Yayınlanan Dergiler Üzerine Bir İnceleme. *Bilgi Dünyası*, 4(2), 146-174.
- Laney, D. (2001). 3d Data Management: Controlling Data Volume, Velocity And Variety. *Meta Group Research Note*, 6(70), 1.
- Metin, T. C. (2013). Boş Zaman Literatürünün Dünya'daki Gelişimi: *Leisure Science Dergisinde Yayınlanan Makaleler Üzerine İnceleme*. (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Niemi, A. W. (1975). Journal Publication Performance During 1970-1974: The Relative Output Of Southern Economics Departments. *Southern Economic Journal*, 42(1), 97-106.
- Özdeş, M. (2017). Büyük Veri Araçlarını Kullanarak Duygu Analizi Gerçekleştirimi. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Pandey, A., & Pardasani, K. (2009). Rough Set Model For Discovering Multidimensional Association Rules. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 9(6), 159.
- Phene, A., & Guisinger, S. (1998). The Stature Of The Journal Of International Business Studies. *Journal of International Business Studies*, 29(3), 621-631.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349.
- Sakar, G., & Cerit, A. (2013). Uluslararası Alan İndekslerinde Türkiye Pazarlama Yazını: Bibliyometrik Analizler ve Nitel Bir Arastırma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 37-62.
- Sengupta, I. (1992). Bibliometrics, Informetrics, Scientometrics And Librametrics: An Overview. *Libri*, 42(2), 75-98.
- Smith, L. C. (1981). Citation analysis. *Library Trends*, 30, 83 – 106.
- Taşkın, Z., & Çakmak, T. (2010). Başlangıcından Bugüne Bilgi Dünyası Dergisi'nin Bibliyometrik Profili. *Bilgi Dünyası*, 11(2), 332-348.
- Ulu, S., & Akdağ, M. (2015). Yayınlanan Hakem Denetimli Makalelerin Bibliyometrik Profili: Selçuk İletişim Dergisi Örneği. *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*, 9(1), 5-21.
- Wang, C.-C., & Hu, W.-C. (2011). Bibliometric Analysis Of Advertising Endorser Research In Marketing.

International Proceedings of Economics
Development Research, 3, 102-106.

Yalçın, H. (2010). Milli Folklor Dergisinin Bibliyometrik
Profili (2007-2009). Milli Folklor, 22(85), 205-211.

Hazır Beton Santrallerinde Çevresel Risk Değerlendirmesi

Belemir Çiftci¹ , Mehmet Beyhan^{1*} 

Özet: Hazır beton santrallerinde üretim faaliyetlerinden kaynaklı çeşitli atıkların meydana gelmesi birçok çevresel riskin oluşabileceğini gösterir. Oluşan çevresel risklerin analiz edilip değerlendirilmesi hazır beton santrallerinin meydana getireceği çevresel etkileri en aza indirebilir veya tamamen ortadan kaldıracabilecek çözümler üretebilir.

Bu çalışmanın amacı hazır beton santrallerinde oluşabilecek çevresel riskleri önceden belirlemek ve oluşabilecek olumsuzlukları en aza indirmektir. Çalışma Denizli ve Adana illerinde yer alan iki farklı hazır beton santrali üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her iki tesiste, çevresel risk faktörleri, 6 ay boyunca aylık periyotlarla izlenmiştir. Tesis ziyaretleri 01.11.2017 ile 01.06.2018 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu ziyaretler ayda en az bir kere, bazı özel durumlarda ise daha ayrıntılı gözlem yapabilmek için ayda 2 veya 3 kere yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda her iki tesiste L tipi matris yöntemi kullanılarak çevresel risk değerlendirme (ÇRD) yapılmıştır. Risk değerlendirme yapılırken Denizli ilinde yer alan hazır beton santrali tesis 1, (T1) olarak, Adana ilinde yer alan hazır beton santrali ise tesis 2, (T2) olarak isimlendirilmiştir.

Yapılan risk değerlendirmeleri sonucunda çevre yönetim sisteminin ISO 14001 esasına dayanılarak uygulandığı T1'de çevresel risklerin daha az olduğu görülmüştür. T1'de uygulanan mevcut tedbirlerin yanı sıra ÇRD sonucunda önerilen tedbirlerin uygulanmasıyla tesiste bütün çevresel risklerin minimum seviyeye indiği tespit edilmiştir. ÇRD sonucunda ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin uygulanmayan T2'de kabul edilemez çevresel risklerin T1'e göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar kelime: Hazır beton santrali, risk, risk analizi, çevresel risk değerlendirme.

Environmental Risk Assessment in Ready-Mixed Concrete Plants

Abstract: The occurrence of various wastes indicates that many environmental risks may occur due to production activities in ready-mixed concrete plants. Analyzing and evaluating the environmental risks generated can produce solutions that minimize or eliminate the environmental impact of the ready-mixed concrete plants.

The aim of this study is to predetermine the environmental risks that may occur in ready-mixed concrete plants and to minimize the potential negative effects. The study was carried out on two different ready-mixed concrete plants located in Denizli and Adana. In both facilities, environmental risk factors were monitored monthly for 6 months. The plant visits were made between 01.11.2017 and 01.06.2018. These visits were conducted at least once a month, and in some special cases 2 or 3 times a month for more detailed observation. As a result of these investigations, environmental risk assessment was performed by using L type matrix method in both facilities. In the evaluation of risk, the ready-mixed concrete plant in Denizli province was named as facility-1, (T1) and the ready-mixed concrete plant in Adana was named as facility-2, (T2).

As a result of the risk assessments, environmental risks were lower in T1 where the environmental management system was implemented on the basis of ISO 14001. In addition to the existing measures implemented in T1, it has been determined that all environmental risks have decreased to a minimum level by applying the measures proposed as a result of environmental risk assessment. As a result of environmental risk assessment, it was observed that the unacceptable environmental

risks of T2, are higher than T1, which is not implemented by the ISO 14001 Environmental Management System.

Keywords: Ready-mixed concrete plant, risk, risk analyses, environmental risk assessment.

¹Address (Adres): Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** mehmetbeyhan@sdu.edu.tr

Citation (Atıf): Çiftci, B., Beyhan, M. (2021) Hazır Beton Santrallerinde Çevresel Risk Değerlendirmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 13-21.

1. GİRİŞ

İnsan nüfusu ve insanların ihtiyaçları her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte ihtiyaçları karşılamak için yeni teknolojiler, yeni üretim dalları meydana gelmektedir. Üretimin artışına paralel olarak artan atıkların uygun şekilde bertaraf edilememesi durumunda oluşan atıklar çevreye ve ekosisteme zarar vermektedir.

Ülkemizde inşaat sektörünün hızla gelişmesinin bir sonucu olarak beton ihtiyacı da gün geçtikçe artmaktadır. Oluşan arz talep dengesinin kurulmasıyla birlikte hazır beton santrallerinin sayısı da ihtiyaca paralel olarak artış göstermektedir. Bu durumda hazır beton santrallerinin çevrede yaratabileceği olumsuz etkiler akla gelmektedir.

Hazır beton sektörü dünyada ilk kez yirminci yüzyılın başında (1903) Almanya'da başlamıştır (Karakule vd., 2004). Otuzlu yıllarda İngiltere ve Fransa'da kırklı yıllarda ise İspanya ve Hollanda'da görülmüştür. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Belçika, Avusturya ve İtalya gibi ülkelerde de görülmeye başlanmıştır. Türkiye'de ise 1976'da ilk hazır beton üretimi Ankara'da başlamıştır. Hazır beton sektörü Türkiye'de diğer ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça yenidir (Karakule vd., 2004).

Son yıllarda inşaat yapımlarının da artması sonucu hazır betona olan talep de artmıştır. Bu hızlı büyüme ve talep artışı 115 milyon metreküp hazır beton üretimiyle Avrupa'da 2009 yılından bu yana birinciliği başka ülkelere bırakmamamızı sağlamıştır. Ülkemiz, Avrupa'da en fazla beton üreten ikinci ülkenin iki katından fazla beton üretmektedir. Türkiye dünyada, Çin ve ABD'den sonra en büyük beton üreticisi konumundadır (THBB, 2017).

Dünyada ve ülkemizde gittikçe yaygınlaşan hazır beton üretiminde önlemler alınmadığında çevresel açıdan olumsuz durumlar meydana gelmektedir. Hazır beton üretim aşamalarında ve taşınmasında su kirliliği, katı atık kirliliği ve hava kirliliği önemli çevre unsurlarıdır. Üretim yapılırken, süreçlerin çevreye en az hasar verecek şekilde tamamlanması gerekmektedir. Bu çerçevede çevre unsurları göz ardı edilmeden, sürdürülebilir çevre ilkesi ile beton üretimine katkı sağlanmalıdır.

Son zamanlarda yaşanan çevre kirliliğinin özelliğinin değişmesi, çevre kirliliğine başka yaklaşımların getirilmesini zorunlu kılmıştır. Artık çevre kirliliği kontrolünde sadece emisyon veya deşarj kontrolüne

bakılmaması gerekmektedir. Başka çevresel kontrol unsurlarının da düşünülmesi gerekmektedir. İş dünyasında son zamanlarda çevre konusuna sosyal sorumluluk projelerine yer veren şirketler itibar kazanmaktadır. Bu politikayı uygulayan şirket sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Bu durumun yanı sıra çevreyi kirletme ihtimali olan kuruluşlar çevresel risklere karşı sadece ulusal değil aynı zamanda uluslararası yaptırımlarla karşılaşmaktadır (Genç, 2012).

Çevresel anlamda risk; herhangi bir faaliyet sonucunda çevrenin ve doğal yapının bozulma ihtimalidir. ÇRD ise tesisten kaynaklanabilecek çevresel boyutlar ile bunların çevreye olası etkilerinin irdelendiği bir değerlendirmedir. Bu değerlendirme sayesinde çevresel riskler ve tehditler ortaya konularak, olası çevresel kazalar veya çevreye zarar verebilecek riskler karşısında önlemler alınması sağlanır.

Çevresel risk sadece tehlikeli bir maddenin varlığı ya da yokluğu olarak değerlendirilmez. Tehlikeli maddeler çevresel riskin sadece kaynağıdır. O kaynağı barındıran koşullar, insan ve çevrenin o maddeden nasıl etkileneceği, tehlikeli maddenin hedeflerine nasıl ulaşacağı ve tehlikenin boyutlarının tümüyle bir sistem olarak görülmesi çevresel riskleri anlamakta daha yararlı olur (Wilson 1991; Topakoğlu 2004).

ÇRD, sistematik metotlar ile çalışma ortamında var olan çevresel tehlikelerin belirlenmesi, riskleri ortaya çıkarmak ve riskleri kontrol altına almak için uygun nitel ve/veya nicel yöntemler kullanarak yapılan çalışmalar bütünüdür. ÇRD öncelikle karşı karşıya olunan tehlikelerin tanımlanmasını, risk değerlendirme süreçlerini uygulayarak tehlikelerin yol açabileceği risklerin belirlenmesi ve mevzuatlara uygun bir şekilde gerekli önlemlerin alınarak risklerin kabul edilebilir seviyelere indirilmesini sağlar (Aslan, 2017).

Genç (2012), çevresel risk ve çevresel risklerin sigorta yapılabilirliği üzerine yaptığı çalışmada çevresel risk tanımı çevresel risk yönetim mekanizması ve çevresel kazaların oluşması durumunda finansal etkisinin de fazla olacağını bildirmiştir. Çevresel risk; çeşitli çıktı, atık, emisyon veya kimyasalların salınımı ile, enerji kullanımı veya doğal kaynakların tüketimi ile çevrenin kirlenmesi sonucu canlı organizmalar üzerine ters etki yaratma potansiyeli olarak tanımlamıştır (Ceylantepe, 2006; Genç, 2012).

Kafalı (2004), çalışmasında ilk olarak hazır beton üretim aşamalarından bahsetmiş ve Türkiye’de ve Dünya’da hazır beton sektörünün durumu hakkında genel bilgi vermiştir. Sonrasında hazır beton sektöründe yaşanan başlıca sorunları irdelerken çevre ve iş sağlığı konusunda bahsetmiştir. Hazır beton üretimi yapan santrallerin üretimden nakliye aşamasına kadar tüm birimlerle ilgili çevre sağlığı ve iş güvenliği açısından şantiyelerde bulunması gerekli teknik kriterler üzerine bir standart getirilmesini önermiştir. Ayrıca şantiyelerinde beton santralleri kurarak yasal yükümlülüklere uymadan dışarıya beton satışı yapan firmalara TSE Belgesinin alma zorunluluğu getirilmesi ve bu sayede çevre tahribatı, iş kazaları ve kalitesiz beton üretiminin azalacağını belirtmiştir.

Coşgun vd. (2015), ‘‘Beton 2014 Kongresi’’nde ‘‘Hazır Beton Üretiminde Çevresel Etkiler Açısından Değerlendirilmesi’’ isimli bildiri ile sonuçları paylaşılan çalışmanın yinelenmesi esas alınarak 10 yıllık süreçte hazır beton tesislerinde ki çevresel uygulamalar üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmalarında hazır beton tesis çalışanlarına anket metodu uygulanarak değerlendirme yapmışlardır. Hazır beton üretiminde çevresel etkiye neden olan sorunlar ve çözüm önerileri üzerinde durmuşlardır. Hazır beton santrallerinin çevresel etkilerini 4 ana başlıkta incelemişlerdir. Bunlar;

- Doğal kaynakların tüketimi,
- Enerji tüketimi,
- Katı atıkların etkisi,
- Hava kirliliği ve gürültüdür.

Sonuç olarak 1994 yılında yapılmış olan çalışma doğrultusunda ziyaret edilen tesisleri tekrar ziyaret ettiklerinde bazı zorunlu olarak yapılması gerekenlerin yapıldığı fakat bazılarının ise yapılmadığı ve iyileştirme yoluna da gidilmediği tespit edilmiştir (Coşgun vd., 2015).

Hazır beton tesislerinde üretim faaliyetleri kaynaklı bazı atıkların meydana gelmesi sonucunda birçok çevresel riskin oluşabileceği düşüncesini akla gelir. Oluşan çevresel risklerin analiz edilip değerlendirilmesi hazır beton santrallerinin meydana getireceği çevresel etkileri en aza indirebilir veya tamamen ortadan kaldıracabilecek çözümler üretebilir.

Hazır beton üretim santrallerinin çevresel etkileri sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Üretimden taşımaya kadar olan süreçlerde doğal çevreye doğrudan veya dolaylı etkiler söz konusudur. Bu durumlara karşı önlemler alınmadığında ve gerekli işlemler uygulanmadığında çevre ve ekosistem zarar görmektedir. Çevre ve ekosistemin zarar görmesi sonucunda ise tüm dünya etkilenir ve biyolojik çeşitlilik her geçen gün azalır ve tükenmeye başlar.

Bu çalışma hazır beton santrallerinde çevresel kazaların önüne geçilmesi ve hazır beton santrallerinin ekosisteme verebileceği zararların en aza indirgenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Denizli ve Adana illerinde yer alan iki farklı hazır beton santrali üzerinde ÇRD yapılmıştır. Risk değerlendirme yöntemi olarak nicel bir yöntem olan L tipi matris yöntemi kullanılmıştır. Risk analizleri yapılırken daha önceden meydana gelen çevresel

kazalar ve bu kazaların sıklık dereceleri incelenmiştir. Örneğin hazır beton santrallerinde yer alan ön çökeltme havuzunun kapasitesinin yetersiz kalması sonucunda havuzda biriken suyun taşarak yer altı ve yer üstü su kaynaklarını kirlenmesi sık karşılaşılan çevresel bir kazadır. Bu gibi kazaların çevreye verebileceği tahribatların boyutları göz önüne alınmıştır. Elde edilen risk analiz sonuçlarına göre tesis çalışanlarına ve idarecilerine yönelik çeşitli önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Aynı zamanda hazır beton santrallerinde çevresel risk yönetim sistemleri için gerekli olan çevresel etki ve boyutlarının tespiti ve bunlardan kaynaklanan risklerin değerlendirilmesi için yapılan sistematik çalışmayı yürütme bilgi ve becerisi de kazanılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışması kapsamında hazır beton santrallerinde ÇRD uygulamak için iki farklı hazır beton santrali seçilmiştir. T1 olarak isimlendirilen birinci hazır beton santrali Denizli il sınırları içerisinde yer almaktadır. T2 olarak isimlendirilen ikinci hazır beton santrali ise Adana il sınırları içerisinde yer almaktadır.

T1 olarak isimlendirilen hazır beton santrali Denizli Organize Sanayi Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Tesisin bulunduğu yerde herhangi bir akarsu ya da dere yatağı bulunmamaktadır.

T2 olarak isimlendirilen hazır beton santrali ise Adana’da yer almaktadır. Yol yapım çalışmalarının sona ermesiyle tesisin kapatılması planlanmaktadır. Bu sebepten dolayı belediye mücavir alan sınırları içerisinde etrafında herhangi bir işletme bulunmayan yol çalışmalarına yakın bir arazide kurulmuştur.

2.2 Uygulanan Çevresel Risk Değerlendirme Yöntemi

Bu çalışmada gerçekleştirilen risk değerlendirme sürecinde; planlama, bilgi ve veri toplama, tehlikelerin tanımlanması, risk değerlendirmesi, önlemlerin belirlenmesi adımları izlenmiştir. Risk değerlendirmesinde L tipi matris yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada L tipi matris yönteminin tercih edilmesinin en önemli sebebi bu yöntemin çevresel anlamda risk analizi mantığına adapte edilebilir olmasıdır. Aynı zamanda bu yöntemde risk analizi yapılırken birden fazla kişiye ihtiyaç duyulmaması da L tipi matris yönteminin tercih edilme sebeplerindedir.

Bu yöntemde her bir çevre unsuru için risk puanı hesaplanır. Çıkan risk puanı sonucuna göre riskin kabul edilebilir kabul edilemez veya dikkate değer risk olmasına göre, tesise önerilerde bulunulmuştur. Risk puanı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Risk} = \text{Olasılık} * \text{Zarar derecesi} \quad (2.1)$$

Olasılık: Tehlikenin ortaya çıkma sıklığına göre belirlenir. Olasılık değeri, aşağıda Çizelge 2.1’de gösterilen basamak ve sıklık açıklamasına göre seçilir.

Çizelge 2.1. Olasılık değerleri (Ceylan ve Başhelvacı, 2011)

Puan	Basamak	Sıklık
1	Çok Küçük	Yılda bir
2	Küçük	Üç ayda bir
3	Orta	Ayda bir
4	Yüksek	Haftada bir
5	Çok Yüksek	Her gün

Zarar Derecesi: Tehlikenin şiddetinin belirlenmesi için çevreye verilen zararın sonucuna göre zarar derecesine karar verilir. Zarar derecesi tablosu Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. L Tipi matris analiz zarar derecesi tablosu (RDP, 2015)

Değer	Sonuç	Derecelendirme
1	Çok hafif	Ucuz atlatma, çevresel zarar yok
2	Hafif	Küçük hasar, arazi içinde sınırlı çevresel zarar
3	Orta	Önemli hasar, arazi dışında çevresel zarar
4	Ciddi	Ciddi çevresel kaza
5	Çok ciddi	Çevresel felaket

Olasılık ve zarar derecesi için uygun görülen değerler Çizelge 2.3.'de yer alan risk puanı derecelendirme matrisinde sütunda olasılık değerlerini, satırda ise zarar derecesini kesiştirerek risk puanına ulaşılır. Çizelge 2.3.'te Risk Değerlendirme tablosunda gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Risk değerlendirme tablosu (Ceylan ve Başhelvacı, 2011)

Risk Puanı		Zarar Şiddeti				
		5	4	3	2	1
Olasılık		Çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	Çok Hafif
5	Çok Yüksek	25	20	15	10	5
4	Yüksek	20	16	12	8	4
3	Orta	15	12	9	6	3
2	Küçük	10	8	6	4	2
1	Çok Küçük	5	4	3	2	1

Risk değerlendirme tablosundan çıkan risk puanlarının sonucunda yapılacak faaliyetler vardır. Çizelge 2.4.'te sonucun kabul edilebilirlik değerleri ve yapılması gereken faaliyetler açıklanmıştır.

Çizelge 2.4. Risk sonuçları (Ceylan ve Başhelvacı, 2011)

Risk Puanı	Aksiyon (Faaliyet)
15, 16, 20, 25	Kabul Edilemez Risk Riskleri azaltmak için hemen çalışma yapılmalı
8, 9, 10, 12,	Dikkate Değer Risk Risklere mümkün olduğu kadar çabuk müdahale edilmeli
1, 2, 3, 4, 5, 6	Kabul Edilebilir Risk Acil tedbir gerektirmeyebilir.

Risk değerlendirme tablosunda kırmızı ile renklendirilen alanlar kabul edilemez riskleri yani hemen önlem alınması gereken riskleri belirtir. Bu riskler kabul edilebilir risk seviyesine inene kadar çalışma yapılmalıdır

Sarı ile renklendirilen alanlar dikkate değer riskleri belirtir. Bu riskler için en kısa sürede müdahale edilmesi gerekir.

Yeşil ile renklendirilen alanlar ise kabul edilebilir risklerdir. Hemen müdahale gerektirmeyen daha uzun vadede işlem yapılabilecek risklerdir. Bu riskler için her zaman iyileştirme faaliyetlerine gerek olmayabilir.

Bu çalışmada öncelikle T1 ve T2 için ÇRD çizelgeleri oluşturulmuştur. Bu çizelgelerde hazır beton santrallerindeki çevre unsurları ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir çevre unsurunun hangi faaliyet sonucunda olduğu, çevreye etkisi, bu çevre unsurunun müdahale gerektirmesine göre durumu ve tesiste alınan tedbirler değerlendirilerek şiddet, olasılık puanı verilmiştir. Bu puanlara göre denklem 2.1 uygulanması ile risk sonucuna ulaşarak ve Çizelge 2.3 uygulanmıştır. Daha sonra çıkan risk sonucuna göre alınacak tedbirler belirlenmiştir. Bu tedbirleri uygulayacak kişiler, tedbirin uygulanacağı zaman ve bu tedbirlerin uygulanmasının sonucunda oluşacak durumlar incelenmiştir. Alınacak tedbirlerin uygulanmasının üzerine tekrar revize risk değerlendirmesi yapılmıştır ve önem derecesi belirlenmiştir.

2.3.Çevresel Risk Değerlendirmeleri

T1 ve T2 üzerinde uygulanan çevresel risk tablosundan Çizelge 2.5'te T1'e ait, Çizelge 2.6'da ise T2'ye ait örnek olarak birer kesit verilmiştir.

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada, uygulanan Çevresel risk değerlendirmesinde yer alan bütün unsurlar ISO 14001 kapsamında ve çevre unsurlarının bağlı oldukları yönetmelik kapsamında değerlendirilmiştir. Aynı zamanda Çevresel Risk Değerlendirmesinin uygulanması için tesisler 6 ay boyunca ziyaret edilerek gözlemlenmiştir.

T1 ve T2'de çevresel risk değerlendirmesinde 15 adet çevre unsuru değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede verilende puanlar ve çıkan sonuç Çizelge 2.7'de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Tesislere ait çevresel risk değerlendirme sonuçları

KONU	T1	T2
Çevre Yönetim Sistemi	Var	Yok
Yakıt Tankları	1 adet	2 adet
Katkı Tankları	1 adet	1 adet
Kullanılan Su Miktarı	121,05 m ³ /gün	117,55 m ³ /gün
Oluşan Atık Su Miktarı	13,05 m ³ /gün	9,55 m ³ /gün
Transmikser Sayısı	10	8
Atık Alanı	Var	Yetersiz
Araç Bakım Onarım Ünitesi	Yok	Var

2.5. Tesisler Hakkında Genel Bilgi

T1 ve T2 olarak isimlendirilen hazır beton santralleri 6 ay boyunca ayda bir kere ziyaret edilerek gözlenmiştir. Bu ziyaretlerde T1'in çevresel anlamda ISO 14001 çevre yönetim sistemini uygulamaya özen gösterirken T2'nin çevre yönetim sistemlerine pek önem vermediği gözlenmiştir.

Çevresel anlamda her iki tesiste incelendiğinde aralarında bazı farklılıklar gözlemlenmiştir;

T1'de araç bakım ünitesi yer almamaktadır, 1 adet yakıt tankı mevcuttur, düzenli atık alanı bulunmaktadır, tesis çalışanlarına her ay düzenli çevre eğitimi verilmektedir, agregalar ve tesis içi yollar düzenli aralıklarla tozmayı engellemek için sulanmaktadır.

T2 de ise araç bakım ünitesi yer almaktadır, 2 adet yakıt tankı bulunmaktadır, tesis çalışanlarına eğitim verilmesi hususunda herhangi bir çalışma yapılmamaktadır, düzenli atık depolama alanı yönetmelikte belirtilen şekilde değildir ve aktif olarak kullanılmamaktadır, ön çökeltim havuzu belirli aralıklarla temizlenmemektedir.

Çizelge 2.8'de tesisler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada 15 tane çevre unsuru olasılık ve zarar derecelerine puanlar vererek L tipi matris risk yönteminin uygulanmasıyla çevresel riskler hesaplanmıştır. İki tesis için çevre unsurları incelendiğinde aşağıda açıklaması yapılan bulgulara ulaşılmıştır.

Çevre Unsurları

Su Kullanımı: İki tesis arasında su kullanımı miktarlarında çok büyük farklılıklar gözlemlenmemiştir. Sadece T2 çalışanlarının bu konuda daha fazla bilgilendirilmesi gerekmektedir. İki tesisinde proste kullanılan temiz su kullanım miktarlarını azaltması gerekmektedir.

Atıksu Oluşumu: Bu çevre unsuru için tesislerin olasılık puanı değerlendirilirken T1 için 2 puan uygun görülürken T2 için 3 puan uygun görülmüştür. Bu farklılığın sebebi

T2'de çalışanların atıksu yönetimi konusunda bazı yanlış davranışlarının bulunmasıdır.

Elektrik: İki tesis arasında bu çevre unsuru için belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu sebepten olasılık ve zarar derecesi puanları aynıdır.

Atık Yağlar: Hazır beton santrallerinde atık yağlar genelde araç bakım ünitelerinde meydana gelir. Bunun dışında herhangi bir aracın arıza yapıp tesiste yağ akıtması gibi istisnai durumlarda da oluşabilir.T1'araç bakım ünitesi yer almamaktadır. Bu sebepten dolayı atık yağ oluşumu çok azdır. Fakat T2'de araç bakım ünitesi yer almaktadır ve sürekli yağ oluşumu mevcuttur.T2'de diğer tesise göre atık yağın sebep olabileceği çevresel kaza olasılığı daha yüksektir. Bu sebepten dolayı iki tesisin olasılık puanları farklı değerlendirilmiştir.

Gürültü: İki tesiste çevresinde herhangi bir hassas kullanım alanı olmayan yerlerdedir. Bu sebepten dolayı tesisler gürültü konulu çevre izninden muafır. Puanlamalarında bunlar göz önünde bulundurulmuştur.

Tehlikeli Atıklar: Hazır beton santrallerinde oluşan tehlikeli atıklar genellikle yağlı bez, hidrolik yağlar, kontamine olmuş atıklardır. T1'de araç bakım ünitesi yer almamasından dolayı yağ oluşumu ve tehlikeli atık miktarı biraz daha azdır.T2'de araç bakım ünitesi yer almaktadır ve tehlikeli atık oluşum miktarı daha fazladır. Aynı zamanda T2'de çalışanların bilinçsiz olmasından dolayı geri kazanılabilen atıklarla tehlikeli atıkların temasının olduğu durumlar görülmektedir. Bu durum bile T2'de ki tehlikeli atık miktarını artırmaktadır.

Geri Kazanılabilen Atıklar: Bu çevre unsuru için iki tesiste farklılıklar vardır.T1'de geri kazanılabilen atıklar, atık alanında uygun atık kodlarıyla biriktirilerek lisanlı geri kazanım tesislerine gönderilmektedir.T2'de ise geri kazanılabilen atıklar ayrı bir alanda toplanmamaktadır ve diğer atıklarla karışmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak olasılık puanları farklı değerlendirilmiştir.

Atık Piller ve Akümülatörler: T1'de atık piller için toplama atık pil toplama kutuları yer almaktadır.T1'de atık akümülatör oluşumu pek görülmemektedir.T2'de ise konu hakkında henüz bir çalışma yapılmamıştır. Sadece ofis kısmında küçük bir atık pil kutusu yer almaktadır. Bu sebepten olasılık puanları farklı değerlendirilmiştir.

Emisyon: Hazır beton tesislerinde emisyon genelde ince malzeme olan agregaların tozumasından meydana gelir. T1'de tozumaya engel olacak sulama sistemleri vardır. Fakat bu sulama sistemleri geliştirilebilir.T2'de tozumanın engellenmesi için yer alan sulama sistemleri aktif olarak çalışmamaktadır ve yeterli değildir.

Çökeltim Havuzu: İki tesiste de çökeltim havuzu yer almaktadır. T1'de çökeltim havuzunun düzenli olarak temizlenmesini yapan personel yoktur.T2'de havuzun kapasitesi yeterli değildir ve düzenli temizlenmemektedir. Bu çevre unsuru için olasılık puanları verilirken aşırı derecede yağmur yağması ya da tesis çalışanlarının çökeltim havuzunu temizlemeyi unutmaları gibi durumlarda

çökeltim havuzunun taşarak çevreye zarar verme olasılığı göz önünde bulundurulmuştur.

Atık Alanı: T1’de fiziki şartları uygun düzenli bir atık alanı bulunmaktadır. Atık alanı amacına uygun şekilde çalışanlar tarafından kullanılmaktadır.T2’de ise yer alan atık alanı fiziki şartları uygun değildir ve çalışanları atık alanını amacına uygun şekilde kullanmamaktadır.

Jeneratör Kullanımı: Jeneratör kullanımı yıllık 500 saati geçerse çevresel anlamda risk teşkil etmektedir. İki tesiste de öyle bir durum söz konusu değildir.

Katı Atık: Hazır beton santrallerinde oluşan katı atık, beton çamurları ve artık betonlardır. Bu katı atıklar için geri dönüşüm sistemleri vardır fakat bu sistemler uygulanabilir değildir. Katı atıkların bertarafı hazır beton santrallerinde yaşanan en büyük sıkıntıdır. Bu katı atıkların bertaraf tesislerine gönderilmesi çok maliyetlidir ve geri dönüşüm sistemleri de verimli çalışmadığı için çevresel anlamda sıkıntılı bir durumdur. T1’de katı atıklar lisanslı bertaraf tesislerine gönderilir ya da belirli oranlarda agregayla

kariştirilerek proste tekrar kullanılmaktadır. T2’de ise doğaya bırakıldığı zamanlar olduğu için farklı olasılık puanları verilmiştir. Sonuç olarak katı atıklar kabul edilebilir risk seviyesine inmemiştir. Bu durumun sebebi, katı atıkların bertarafı konusunda geri dönüşüm kalıcı çözümler üretilmelidir. Geri dönüşüm sistemleri için yeni entegre sistemler araştırılıp uygulanmalıdır.

Yakıt Tankı: Araçların yakıtları için tesiste bulunmatadır.T1’de 1 adet yakıt tankı bulunmaktadır. Bu yakıt tankı taşkan yapı içerisine yerleştirilmiş ve çevresel riskler için önlem alınmıştır.T2’de ise 2 adet yakıt tankı yer almaktadır. Bu yakıt tanlarından biri için taşkan yapı bulunurken diğeri için taşkan yapı yer almamaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurulularak puanlama yapılmıştır.

Katkı Tankı: T1’de katkı tankı taşkan yapı içerisinde yer almaktadır. BEKRA (büyük endüstriyel kaza risklerinin azaltılması) beyanı yapılmıştır.T2’de ise tank sızdırmaz taşkan yapı içerisinde yer almamaktadır ve tehlike arz etmektedir

Çizelge 2.6. T1 Çevresel risk değerlendirmesi örneği

Çevre Boyutu	Faaliyet	Çevre Etkisi	Durum		Mevcut Tedbirler	İlgili Mevzuat	Risk Değerlendirme			Almacak Tedbirler	Tedbiri Uygulayacak Kişi	Tedbirin Uygulanacağı Zaman	Sonuç	Planlanan Önlemler / Aksiyonlar	Revize Risk Değerlendirme			
			Normal	Anormal / Acil			Siddet	Olasılık	Risk						Önem Derecesi	Siddet	Olasılık	Risk
EMİSYON	Isınma amaçlı yakıt kullanımında ve agregaların sebep olduğu tozmadan meydana gelmektedir.	Tesislerde fosil yakıt kullanımına bağlı olarak hava kirliliği meydana gelmektedir. Ayrıca ince malzemeden kaynaklı toz emisyonunda hava kirliliğine sebep olmaktadır.	√		Tesiste ince stok malzeme kaynaklı emisyon ölçümü bulunmaktadır. Ölçüm değerleri emisyon parametreleri ilgili yönetmelik kapsamındaki sınır değerlerin altında kalmaktadır.	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	3	2	6	KABUL EDİLEBİLİR	Yönetim - İdari Personel - Çalışan Personel	Periyodik	Tesiste bulunan tankların havayı kirlilemesini önlemek	Periyodik Ölçümler	3	1	3	KABUL EDİLEBİLİR
ÇÖKELTİM HAVUZU	Endüstriyel atıksu ve yağmur sularının toplanması için oluşturulmuş yapıdır.	Ön çökeltim havuzunun taşması durumunda beton alaşımı su ; toprağa suya ve canlılara zarar vermektedir.	√		Çökeltim havuzunda biriken beton çamurlarını düzenli olarak temizleyen görevli personel bulunmamaktadır.	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	4	2	8	DİKKATE DEĞER RISK	Yönetim - İdari Personel - Çalışan Personel	Periyodik	Tesiste oluşan atıksuyun çevreye etkisini önlemek	İç Denetim	4	1	4	KABUL EDİLEBİLİR
ATIK ALANI	Tesiste oluşan atıkların uygun şekilde depolanmasını sağlayan 1 adet tehlikeli ve tehlikesiz atık alanı mevcuttur.	Tehlikeli atık alanında gerekli önlemler alınmaması durumunda tehlikeli atık toprağa ve suya karışıp kirlilik meydana getirir.	√		Atık alanı mevcut olup acil durum eylem planı ve onaylı endüstriyel atık yönetim planı vardır. EAYP güncellemesi 10.08.2017 tarihinde yapılmıştır.	Atık Yönetimi Yönetmeliği	3	2	6	KABUL EDİLEBİLİR	Yönetim - İdari Personel - Çalışan Personel	Devamlı	Tesiste oluşması muhtemel atıkların çevreyi kirlilemesini önlemek	İç Denetim	3	1	3	KABUL EDİLEBİLİR

Çizelge 2.7. T2 Çevresel risk değerlendirilmesi örneği

Çevre Boyutu	Faaliyet	Çevre Etkisi	Durum		Mevcut Tedbirler	İlgili Mevzuat	Risk			Alınacak Tedbirler	Tedbiri Uygulayacak Kişi	Tedbirin Uygulanacağı Zaman	Sonuç	Revize Risk					
			Normal	Anormal			Acil Durum	Şiddet	Olasılık					Risk	Önem Derecesi	Planlanan Önlemler / Aksiyonlar	Şiddet	Olasılık	Risk
EMİSYON	Isınma amaçlı yakıt kullanımından ve agregaların sebep olduğu tozmadan meydana gelmektedir.	Hava kirliliği sonucunda insan sağlığı olumsuz etkilenebilir, ozon tabakası incelenebilir, küresel ısınma meydana gelebilir.	↓		Tesiste ince stok malzeme kaynaklı emisyon ölçümü bulunmamaktadır. Bu kapsamda emisyon ölçümleri yetkili laboratuvar firmasına yaptırılmaktadır. Emisyon parametreleri ilgili yönetmelik kapsamındaki sınır değerlerin altında kalmaktadır.	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	3	2	6	KABUL EDİLEBİLİR	Tesiste bulunan emisyon ölçümleri periyodik olarak yapılacaktır. Emisyonun önlenmesi için agrega stok sahasında sulama sistemi yapılacaktır.	Yönetim-İdari Personel - Çalışan Personel	Periyodik	Tesiste bulunan tankların havayı kirlilemesini önlemek	Periyodik Ölçümler	3	1	3	KABUL EDİLEBİLİR
ÇÖKELTİM HAVUZU	Endüstriyel atıksu ve yağmur sularının toplanması için oluşturulmuş yapıdır.	Ön çökeltim havuzunun taşması durumunda toprağa, suya ve canlılara zarar vermektedir.	↓		Çökeltim havuzunda biriken beton çamurları düzenli olarak temizlenmemektedir.	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	4	4	16	KABUL EDİLEMEZ	Çökeltim Havuzunun periyodik olarak temizlenmesi ve bakımının yapılması sağlanmalıdır. Havuzun kapasitesi artırılmalıdır.	Yönetim-İdari Personel - Çalışan Personel	Periyodik	Tesiste oluşan atıksuyun çevreye etkisini önlemek	İç Denetim	4	1	4	KABUL EDİLEBİLİR
ATIK ALANI	Tesiste oluşan atıkların biriktirilmesi için yönetmeliğe uygun atık alanı yer almamaktadır.	Tehlikeli atık alanının da gerekli önlemler alınmaması durumunda tehlikeli ve tehlikesiz atıklar toprağa ve suya karışıp kirlilik meydana getirir.	↓		Atık alanı mevcuttur. Fakat atık yönetimi yönetmeliğine uygun değildir.	Atık Yönetimi Yönetmeliği	3	4	12	DIKKATE DEĞER RISK	Atık alanı yönetmeliğe uygun şekilde düzenlenmelidir. Atık alanında yangın tüpü, absorban madde bulundurulmalı ve atık alanından sorumlu kişi olmalıdır.	Yönetim-İdari Personel - Çalışan Personel	Devamlı	Tesiste oluşması muhtemel atıkların çevreyi kirlilemesini önlemek atıkların düzenli olarak lisanslı firmalara gönderilmesini sağlamak	İç Denetim	3	1	3	KABUL EDİLEBİLİR

Çizelge 2.8. Tesislere ait çevresel risk değerlendirme sonuçları

ÇEVRE UNSURLARI ↓	T1 Risk Değerlendirmesi					T2 Risk Değerlendirmesi				
	Olasılık	Zarar Şiddeti	Risk Sonucu	Önem Derecesi	Revize Risk Değerlendirmesi	Olasılık	Zarar Şiddeti	Risk sonucu	Önem Derecesi	Revize Risk Değerlendirmesi
Su kullanımı	2	2	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	2	2	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
Atıksu oluşumu	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	3	3	9	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk
Elektrik	2	2	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	2	2	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
Atık yağlar	2	4	8	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	Kabul Edilebilir Risk
Gürültü	2	1	2	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	2	1	2	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
Tehlikeli atıklar	2	4	8	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	Kabul Edilebilir Risk
Geri kazanılabilen atıklar	1	3	3	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	4	3	12	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk
Atık Pil ve Akümülatörler	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	4	3	12	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk
Emisyon	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
Çökeltim Havuzu	2	4	8	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	Kabul Edilebilir Risk
Atık Alanı	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	4	3	12	DIKKATE DEĞER RISK	Kabul Edilebilir Risk
jenaratör Kullanımı	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	2	3	6	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
Katı Atık	3	4	12	DIKKATE DEĞER RISK	DIKKATE DEĞER RISK	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	DIKKATE DEĞER RISK
Yakıt Tankı	1	4	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	Kabul Edilebilir Risk
Katı Tankı	1	4	4	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	4	4	16	Kabul Edilemez Risk	Kabul Edilebilir Risk

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hazır beton santrallerinde üretim faaliyetlerinden kaynaklı bazı atıkların meydana gelmesi birçok çevresel riskin oluşabileceğini gösterir. Oluşan çevresel risklerin analiz edilip değerlendirilmesi hazır beton santrallerinin meydana getireceği çevresel etkileri en aza indirebilir veya tamamen ortadan kaldıracak çözümler üretebilir.

Bu çalışma hazır beton santrallerinin çevresel risklerini ve tehlike derecelerini öngörerek olası çevresel kazaların ve ihmallerin önlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Denizli ve Adana illerinde bulunan iki farklı hazır beton santralinde ÇRD uygulanmıştır. Tesislerde uygulanan ÇRD'nin çevresel bakımdan hazır beton santrallerine uyarlaması uygun olduğu düşünülen L tipi matris yöntemi kullanılmıştır.

Bu tesislerde uygulanan ÇRD sonucunda genel olarak katı atık bertarafı, çökeltim havuzu yetersizliği ve düzenli

temizlenmemesi, atık alanlarının yönetmelikte belirtilen standartlara uygun olmaması, çalışanların çevre konusunda yeterli bilince sahip olmaması gibi çevresel risklerin mevcut olduğu görülmüştür. Fakat bu çalışmada uygulanan çevresel risk değerlendirmeleri kapsamında T1'de çevre yönetim sistemi uygulanırken iken T2'de çevre yönetim sistemi uygulanmamıştır. Bu sebepten dolayı bazı çevre unsurları için T1'de risk değerlendirilmesi "Kabul Edilebilir Risk" çıkarken T2'de "Kabul Edilemez Risk" çıkmıştır. Bu durumda Hazır Beton Santrallerinde gerekli önlemler alındığında çevresel risklerin minimum seviyeye inebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

İki tesiste uygulanan ÇRD sonuçları detaylı bir şekilde incelendiğinde; T1'de atık yağlar, tehlikeli atıklar, çökeltim havuzu ve katı atık unsurlarının çevresel risk bakımından "DIKKATE DEĞER RISK" sonucuna ulaşılmıştır. Su kullanımı, atıksu oluşumu, elektrik, atık yağlar gürültü, tehlikeli atıklar, geri kazanılabilen atıklar, atık piller ve akümülatörler, emisyon, çökeltim havuzu, atık alanı,

jeneratör kullanımı, yakıt tankı ve katkı tankı unsurları için ise ‘‘Kabul Edilebilir Risk’’ sonucuna ulaşılmıştır. Revize risk değerlendirmesinde belirtilen tedbirlerin uygulanmasıyla katı atık dışındaki diğer ‘‘Dikkate Değer Risk’’ seviyesinde olan çevre unsurları ‘‘Kabul Edilebilir Risk’’ seviyesine inmiştir. Katı atık çevre unsurunun kabul edilebilir risk seviyesine inmemesinin en büyük sebebi katı atıkların bertarafı konusunda uygulanabilir gerçekçi çözümlerin bulunmamasıdır. T2’de atık yağlar, tehlikeli atıklar, çökeltim havuzu, katı atık, Yakıt tankları, katkı tankı unsurlarının çevresel risk bakımından değerlendirilmesinde ‘‘Kabul Edilemez Risk’’ sonucuna ulaşılmıştır. Atıksu oluşumu, geri kazanılabilen atıklar, atık pil ve akümülatörler, jeneratör kullanımı unsurlarının çevresel risk bakımından değerlendirilmesinde ‘‘Dikkate Değer

Risk’’ sonucuna ulaşılmıştır. Su kullanımı, elektrik ve emisyon unsurlarının çevresel risk bakımından değerlendirilmesinde ise ‘‘Kabul Edilebilir Risk’’ sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra revize risk değerlendirmesinde belirtilen tedbirlerin uygulanmasıyla katı atık dışında bütün riskler ‘‘Kabul Edilebilir Risk’’ seviyesine inmiştir. İki tesisin ÇRD sonuçlarında risk seviyelerinin farklı çıkmasının en önemli sebebi olasılık puanlarının farklı değerlendirilmesidir. İki tesisin çevreye yaklaşımı farklı olduğu için çevresel kazaların olma olasılığı farklılık göstermektedir.

Bu çalışma sonucunda genel olarak hazır beton santrallerinden kaynaklanabilecek çevresel sorunların temeline bakıldığında şu bilgilere ulaşılmıştır;

- Hazır beton tesislerinde katı atık olarak adlandırılan beton çamurları için tesislerde geri dönüşüm sistemleri aktif olarak kullanılmamaktadır ve birçok kurumsal olmayan tesiste geri dönüşüm sistemi yer almamaktadır. Bu geri dönüşüm sistemlerinde beton çamurları yıkama ve eleme işlemine tabii tutulduktan sonra boyutlarına göre belirli oranda agrega ile karıştırılarak üretimde tekrar kullanılması sağlanmaktadır. Bu geri dönüşüm sistemlerine ek olarak Güner 2018, çalışmasında kullanılabilecek entegre geri dönüşüm sistemi önerisinde bulunmuştur.
- Hazır beton santrallerinde çökeltim havuzunun taşması gibi problemlerde karşılaşılmaktadır. Bu problemin temelinde havuz boyutunun yetersiz olması ve geri dönüşüm suyunun ön görülen miktardan daha az kullanılmasıdır. Beton santralleri otomasyon sistemlerinde geri dönüşüm suyu pompası, beton karışımına ortalama %10 oranında havuz suyu, %90 oranında temiz su vermektedir. Güner 2018, yapmış olduğu çalışmada beton kalitesine etki eden parametrelerden birinin de su yoğunluğu olduğunu belirtmiştir. Mevcut tesislerde anlık su yoğunluğunu ölçen bir sistemin bulunmaması geri dönüşüm suyu kullanım miktarı arttıkça beton kalitesinde düşüş yaratmakta ve bunun izlenebilirliğine engel olmaktadır. Bu sebeple beton santralleri kurulurken mikser, pompa gibi

araç sayıları ile yıka yapılan sahanın alanı, zemin eğimi, yağmur suyu gibi parametreler göz önünde bulundurularak havuz hacim hesaplamaları yapılmalıdır. Ayrıca temiz ve içilebilir su problemlerinin yaşandığı günümüzde, temiz su kullanımının yüksek miktarlarda olduğu hazır beton sektöründe ileri teknolojilerin kullanılarak oluşan atıksuların tamamının üretime tekrar kazandırılması önem teşkil etmektedir.

- Hazır beton santrallerinde bulunan atık alanlarının çoğu işlevini görmemektedir. Üretim kapasitesine, araç sayısına, araç bakım kademesi mevcudiyetine göre bir hazır beton santralinde aylık ve yıllık oluşacak atık miktarı günümüzde belirlenmemektedir. Bu verilerin kullanılarak ihtiyaçları karşılayabilecek atık alanlarının inşa edilmesi ve atıkların düzenli olarak depolanarak lisanslı firmalar aracılığı ile bertaraf/geri kazanımının yapılması çok küçük bütçeler ayrılarak mümkün olacaktır.
- Hazır beton tesisinde bulunan diğer sorunlar büyük yatırımlar gerektirmeden çözülebilecek sorunlardır. Atıkların kaynağında ayrıştırılması ve azaltılması ile lisanslı firmalara gönderilerek bertarafının sağlanması gibi durumlar personel eğitimleri ve idari yaptırımlarla çözülebilir.

Hazır beton santralleri misyon ve vizyon hedefleri arasına kaliteli beton üretmenin yanına ek olarak çevre odaklı politikalar geliştirip ekler ise yeşil beton santralleri görmek mümkün olacaktır. Aynı zamanda uluslararası yeşil politikanın uygulandığı pazarlarda prestijini arttırabilir. Hazır beton santralleri için ÇRD uygulaması çevrenin korunmasına katkı sağlarken, içsel mekanizmalarını pratik bir şekilde kontrol edebilir, çalışanların çevre bilincinin artmasını sağlar ve sistematik şekilde ilerlemelerini sağlar.

Bütün üretim sektörlerine adapte edilebilir olan ÇRD’nin uygulanması sonucunda çevresel riskleri en aza indirirken, tesislerde temiz üretimi de sağlamış olacaktır.

ÇRD sadece hazır beton santralleri için değil farklı birçok sektörde de uygulanabilir. ÇRD uygulaması ve değerlendirme sonucuna göre gerekli önlemlerin alınması doğrultusunda çevresel risklerin minimum seviyeye indirilmesi ülkemiz açısından çevresel anlamda çok önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aslan , Y. , 2017. Çevresel Risk Analizi Nedir ?. Erişim Tarihi: 13.02.2019, <https://www.cevreportal.com/cevresel-risk-analizi-nedir/>.
- Ceylan, H., Başhelvacı, V.S , 2011. Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama. International Journal of Engineering Research and Development, 3(2) ,25-33
- Ceylantepe, T., 2006. Environmental Risk and Insurance: With Special Reference to the EU Environmental Liability Directive, Master thesis, The Institute of Environmental Sciences, Boğaziçi University, İstanbul.

- Coşgun, N. , Esin, N. , Öztürk, S. , 2015. Hazır Beton Üretiminde Çevresel Uygulamalardaki Gelişmelere Bir Bakış. 9. Ulusal Beton Kongresi, 16-18 Nisan, Antalya, 421- 430.
- Genç, N. , 2012. Çevresel Risk ve Sigorta. Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3, 225-232 Kocaeli.
- Güner, A. , 2018. Hazır Beton Santrallerinde Oluşan Çamur ve Atıksuyun Tekrar Kullanımı. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 63s, Ankara.
- Kafalı, M., Hazır Beton Sektör Araştırması 2004. Hazır Beton Sektör Araştırması. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş (TKB), 25s. Erişim Tarihi: 28.12.2018, http://www.kalkinma.com.tr/data/file/raporlar/ESA/SA/2004-SA/SA-04-04-08_Hazir_Beton_Sektoru.pdf .
- Karakule, F., Akakın, T., Uçar, S., “Türkiye’de ve Dünyada Hazır Beton Sektörü”, THBB 2004, İstanbul.
- Risk Değerlendirme Prosedürü (RPD), Mustafa Kemal Üniversitesi, Doküman No: 902-07-PR 010, s:14, 04.02.2015.
- Topakoğlu, L., 2004. İstanbul Boğazı’nda Deniz Yolu İle Petrol Taşımacılığının Çevresel Risk Değerlendirmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL. Tezi, 125s. İstanbul.
- Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) , 2017. Türkiye Hazır Beton Sektörü İstatistikleri. Erişim Tarihi: 09.03.2019., <https://www.thbb.org/sector/istatistikler/>.
- Wilson, A.R., 1991. Environmental Risk: Identification and Management, Lewis Publishers Inc. , Chelsea.

Investigation of the Effects of Heat Treatment on Varnished Wood Material

Beytullah Kazan ¹, Murat Özalp ^{1*}

Abstract: In this study, the effects of the heat treatment applied varnished wood materials on hardness, brightness and varnishes' surface sticking resistance were investigated. For this purpose, firstly *Pinus sylvestris* L., *Fagus orientalis* L. and *Castanea sativa* M. wooden samples were varnished by the water based varnish and after that they were kept in temperatures of 100 °C, 125 °C and 150 °C for times of 2, 4 and 6 hours. According to test results it was determined that while the hardness and varnishes' surface sticking resistance were improved for all samples which were processed 2 hours in temperatures of 100 °C, the brightness, surface sticking resistance and brightness of the samples which were processed 4 and 6 hours in 100 °C and 2, 4 and 6 hours in 125 °C and 150 °C were deteriorated. Furthermore, it was observed that the hardness resistance of all samples which processed for 2, 4 and 6 hours in 100 °C, 125 °C and 150 °C were high. In all varnished wood species, the dual-component varnish gave better results than the single-component varnish.

Keywords: Heat treatment, hardness, brightness, resistance of sticking, water-based varnish.

¹**Address:** Kutahya Dumlupınar University, Faculty of Simav Technology, Department of Wood Products Industrial Engineering, 43500 Simav-Kütahya/Turkey

***Corresponding author:** murat.ozalp@dpu.edu.tr

Citation: Kazan, B., Özalp, M. (2021). Investigation of the Effects of Heat Treatment on Varnished Wood Material. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 22-33.

1. INTRODUCTION

Top surface processes have been applied since time immemorial in order to provide protecting against external effects, to increase esthetical value, and to eliminate negative properties of wood material (Sanivar,2001). A range of chemical changes and reactions resulting in degradation of components such as wood hemicellulose, lignin etc. by the effect of high temperature during heat treatments occur, and changes in wood structure are formed. It is applied temperatures over 150 °C for places of use desired high durability, and under 150 °C for indoor usages generally (Kantay and Kartal,2007). Water vapor and high temperatures in heat treatment processes are used in principle. Therefore, process conditions have corrosive properties and water and various components are dissociate from wood and are evaporated (Thermowood,2003). Budakci, investigated the effect of layer thickness on hardness, brightness, and surface sticking resistance in wood varnishes. He determined that third layer varnish applications don't have any effect on hardness and increasing layer thickness increases surface sticking resistance in polymeric-based varnishes (Budakci,1997).

Highley and Kicle, reported that coating with different varnish layer on the purpose of protecting surface of wood materials against external effects is a method used as most commonly (Highley and Kicle, 1990). Atar, performed bleaching with 6 group solutions in impregnated and natural scotch pine, oriental beech, chestnut and sessile oak woods. It was applied water-based and synthetic varnish to their surfaces, and it was specified that bleaching tools decrease surface sticking resistance of varnishes by 3-5% averagely, and the best results were obtained with water-based varnish (Atar,1999). Sogutlu, determined that wood material high density is also have a high surface sticking resistance, as a result of regression analysis performed to specify relation between density and adhesive resistance (Sogutlu,2004). The pentahydrate added into the varnish increased toughness and sticking resistance; however, it decreased the brightness rate of varnish on the other side (Ozalp, 2008). It is observed that as the rate of the pentahydrate added into the water-based varnish increased from 0 % to 30 %, the varnishes' sticking rate increased 50.46 % in Chestnut wood and 37.04 % in Scotch pine wood. Toughness rate increased 55.79 % in Chestnut wood and 41.98 % in Scotch pine, Brightness rate decreased

68.52 % in Chestnut wood and 58.88 % in Scotch pine (Ozalp and Korkut, 2001).

The purpose of the study is to determine effects of heat treatment applied to varnished wood material on properties of varnish.

2. MATERIAL VE METHOD

2.1 Wood Material

First-class and flawless wood samples obtained from scotch pine (*Pinus silvestris* L.), beech wood (*Fagus orientalis* L.), chestnut (*Castanea sativa* M.) woods were used in all experiments. Experiment samples were prepared according to ASTM-D 358 and TS 801 principals (ASTM-D 358,1998). After samples in air-dry moisture were brought to 100x100x8 dimension, they were sanded with 100 numbered sandpaper first,and 120 numbered sandpaper after. 300 samples were prepared as 5 experiments for every tree species, varnish species, and heat treatment method in the study.

2.2 Varnish

In varnishing of experiment samples, (A) single component belong to Trimetal company and (B) dual component belong to Hemel company (Sayerlack VS 5341+ AH 1547 hardener) water-based varnishes were used. It was corresponded to ASTM D-3023 principals in varnishing of samples. Properties of varnishes used in experiments were given in Table1.

Table 1. Technical specifications of varnishes

Specifications	Varnish type	
	Single components	Dual components
Amounts of solids (%)	30±2	36±1
P ^H (25°C)	8,8	9,2
Layer thickness (µm)	85	130

2.3. Heat Treatment Application

Heat treatment was applied to varnished materials and in air-dry conditions. Experiments were subjected to heat treatment inside oven in 100 °C, 125 °C and 150 °C for times of 2, 4, 6 hours in conformity with the purpose of experiment.

2.4. Adhesive

In experiments, 404 Steel Adhesive, which doesn't have solver effect on two-component epoxy-resinous varnish layers according to ASTM D-4541 and TS EN-24624 and have high adhesive force was used ASTM D-4541,1995; TS EN-24624, 1996)].

2.5. Surface Sticking Test

Surface sticking resistance of varnish layers was determined in adhesion test device working with air system by adapting to ASTM D-4541 and TS EN 24624 principals in the research ((ASTM D-4541,1995; TS EN-24624, 1996). The equation given below was used while calculating the resistance of sticking.

$$X= 4 F / \pi .d^2 \tag{1}$$

Where;

F: Splitting force (Newton), d: Sample cylinder's radius (mm), X: Sticking resistance (MPa).

2.6. Pendulum Hardness Measurement

Hardness values of varnish layer specifying durability to external factors were determined with pendulum hardness measurement device according to könig method by adapting to principals specified in ANS/ISO 1522 (ANS/ISO 1522,1998).

2.7. Surface Brightness Measurement

Measurements were performed with brightness measurement device (Glossmeter) by taking advantage of shining capability of varnish surfaces within the frame of principals specified in TS 4318 EN ISO 2813 (TS 4318 EN ISO 2813,2002).

3. RESULTS

3.1. Hardness Resistance Measurements

Obtained hardness resistance values belong to scotch pine wood were given in Table 2.

Table 2. Hardness resistance values belong to scotch pine wood

Hardness measurement values (Pendulum)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish Type	Values					n	Average
SCOTCH PINE	Non-treatment	-	A	33	35	35	31	34	5	33,6
			B	48	37	44	44	39	5	42,3
	100	2	A	30	36	36	34	37	5	34,6
			B	48	42	47	43	41	5	44,2
		4	A	31	35	34	36	38	5	34,8
			B	47	45	44	45	46	5	45,4
		6	A	38	36	39	36	35	5	36,8
			B	48	48	47	46	46	5	47
	125	2	A	34	36	35	35	38	5	35,6
			B	46	48	47	47	49	5	47,4
		4	A	35	35	36	38	39	5	36,6
			B	48	48	50	51	49	5	49,2
		6	A	36	38	36	37	38	5	37
			B	50	51	48	49	52	5	50
	150	2	A	36	38	36	34	38	5	36,4
			B	50	51	49	49	52	5	50,2
		4	A	38	38	40	36	38	5	38
			B	48	51	52	52	54	5	51,4
		6	A	39	38	36	39	40	5	38,4
			B	54	52	50	54	51	5	52,2

After single and dual component varnish applications of scotch pine tree; lowest hardness values were seen in specimens subjected to non-heat-treated single component varnish application, while highest hardness values were seen in specimens subjected to dual component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C as a result of comparing hardness values of non-heat-treated specimens and heat-treated specimens according to heat treatment temperature and time. As a result of comparing hardness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens,

it was seen that heat-treated specimens have higher hardness values compared with specimens varnished without heat-treatment. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, it was observed that hardness values of heat-treated specimens have higher than specimens varnished without heat-treatment.

Obtained hardness resistance values belong to beech wood were given in Table 3.

Table 3. Hardness resistance values belong to beech wood

Hardness measurement values (Pendulum)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
BEECH WOOD	Non-treatment	-	A	49	53	60	60	54	5	55,2
			B	61	58	66	61	63	5	61,8
	100	2	A	54	58	53	58	57	5	56
			B	68	66	65	60	59	5	63,6
		4	A	56	58	59	57	58	5	57,6
			B	65	66	65	63	63	5	64,4
		6	A	56	59	60	58	57	5	58
			B	65	63	68	64	67	5	65,4
	125	2	A	56	59	60	59	59	5	58,6
			B	65	64	65	67	68	5	65,8
		4	A	58	60	61	59	58	5	59,2
			B	68	64	69	67	68	5	67,2
		6	A	60	61	59	61	58	5	59,8
			B	68	65	70	69	68	5	68
	150	2	A	58	61	60	58	58	5	59
			B	69	69	65	68	68	5	67,8
		4	A	58	61	62	58	60	5	59,8
			B	68	69	71	68	68	5	68,8
		6	A	59	60	62	62	63	5	61,2
			B	68	70	70	71	71	5	70

After single and dual component varnish applications of beech wood; lowest hardness values were seen in non-heat-treated specimens, while highest hardness values were seen in dual component varnished specimens waited for 6 hours in 150 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing hardness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, it was seen that heat-treated specimens have higher hardness values compared with specimens varnished as non-heat-treated. As

a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, it was observed that hardness values of heat-treated specimens have higher than specimens varnished without heat-treatment.

Obtained hardness measurement values belong to chestnut wood were given in Table 4.

Table 1. Hardness measurement values belong to chestnut wood

Hardness measurement values (Pendulum)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
CHESNUT	Non-treatment	-	A	43	39	51	38	42	5	42,6
			B	59	63	52	49	53	5	55,2
	100	2	A	49	45	40	40	44	5	43,6
			B	60	58	58	56	59	5	58,2
		4	A	45	47	48	46	41	5	45,4
			B	59	64	60	60	57	5	60
		6	A	46	48	48	47	46	5	47
			B	61	62	59	63	61	5	61,2
	125	2	A	48	44	45	47	48	5	46,4
			B	63	61	59	62	62	5	61,4
		4	A	46	48	47	48	46	5	47
			B	62	64	62	62	63	5	62,6
		6	A	48	49	48	50	47	5	48,4
			B	65	63	63	62	65	5	63,6
	150	2	A	45	48	47	50	51	5	48,2
			B	65	62	63	66	64	5	64
		4	A	50	48	49	51	47	5	49
			B	65	62	67	67	64	5	65
		6	A	51	49	50	50	50	5	50
			B	68	69	63	65	67	5	66,4

After single and dual component varnish applications of chestnut wood; lowest hardness values were seen in non-heat-treated single component specimens, while highest hardness values were seen in dual component varnished specimens waited for 6 hours in 150 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing hardness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, it was observed that heat-treated specimens have higher hardness values compared with specimens varnished as non-heat-treated. As a result of

comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, it was seen that hardness values of heat-treated specimens have higher than specimens varnished without heat-treatment.

3.2. The results of varnishes' surface sticking resistance

Obtained varnishes' surface sticking resistance values belong to scotch pine wood were given in Table 5.

Table 5. Varnishes' surface sticking resistance values belong to scotch pine wood

Surface sticking resistance (MPa)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
SCOTCH PINE	Non-treatment	-	A	3,82	3,56	3,63	3,37	3,43	5	3,56
			B	4,14	3,94	4,14	3,75	3,82	5	3,95
	100	2	A	3,82	3,69	3,56	3,63	3,75	5	3,69
			B	4,33	4,33	4,39	4,14	4,20	5	4,27
		4	A	3,63	3,63	3,56	3,69	3,69	5	3,64
			B	4,33	4,26	4,20	4,07	4,14	5	4,20
		6	A	3,63	3,56	3,56	3,69	3,43	5	3,57
			B	4,07	4,07	4,33	4,14	4,01	5	4,12
	125	2	A	3,43	3,37	3,56	3,63	3,56	5	3,51
			B	4,20	4,14	4,01	3,88	4,01	5	4,04
		4	A	3,37	3,43	3,56	3,43	3,37	5	3,43
			B	3,94	4,07	3,82	3,94	4,01	5	3,95
		6	A	3,50	3,31	3,50	3,37	3,31	5	3,39
			B	3,75	4,01	3,82	3,88	4,01	5	3,89
	150	2	A	3,56	3,37	3,43	3,31	3,31	5	3,39
			B	3,94	3,82	3,75	4,01	3,94	5	3,89
		4	A	3,43	3,31	3,24	3,18	3,43	5	3,31
			B	3,69	3,82	3,88	3,75	3,94	5	3,81
		6	A	3,05	3,18	3,31	3,24	3,12	5	3,18
			B	3,82	3,69	3,75	3,63	3,88	5	3,75

After single and dual component varnish applications of scotch pine wood; lowest adhesive resistance was seen in specimens performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest adhesive resistance was seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing adhesive resistance values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C have higher

adhesive resistance than specimens varnished as without heat treatment, and it was seen that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C and waited for 2 hours in 125 °C have higher adhesive resistance, and it was observed that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times. Obtained varnishes' surface sticking resistance values belong to beech wood were given in Table 6.

Table 6. Varnishes' surface sticking resistance values belong to beech wood

Surface sticking resistance (MPa)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
BEECH WOOD	Non-treatment	-	A	5,28	4,96	5,35	5,09	5,09	5	5,14
			B	5,73	5,54	5,60	5,79	5,54	5	5,64
	100	2	A	5,47	5,41	5,28	5,41	5,54	5	5,42
			B	5,86	5,73	5,47	5,60	5,47	5	5,62
		4	A	5,47	5,41	5,35	5,35	5,28	5	5,37
			B	5,60	5,41	5,66	5,54	5,41	5	5,52
		6	A	5,35	5,28	5,35	5,28	5,15	5	5,28
			B	5,35	5,47	5,54	5,41	5,35	5	5,42
	125	2	A	5,15	5,09	5,28	5,28	5,03	5	5,16
			B	5,35	5,41	5,35	5,54	5,47	5	5,42
		4	A	5,22	5,03	5,03	4,96	5,28	5	5,10
			B	5,35	5,28	5,47	5,15	5,22	5	5,29
		6	A	4,96	4,96	4,84	5,09	5,03	5	4,97
			B	5,28	5,15	5,28	5,09	5,28	5	5,21
	150	2	A	4,90	4,96	5,09	4,96	5,03	5	4,98
			B	5,09	5,28	5,15	5,35	5,28	5	5,23
		4	A	4,84	4,77	4,96	4,84	4,96	5	4,87
			B	5,22	5,15	5,03	5,09	4,96	5	5,09
		6	A	4,77	4,96	4,84	4,84	4,71	5	4,82
			B	5,03	4,96	5,09	5,03	4,96	5	5,01

After single and dual component varnish applications of beech wood; lowest adhesive resistance was seen in specimens performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest adhesive resistance was seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing adhesive resistance values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens,

specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C and waited for 2 hours in 125 °C have higher adhesive resistance compared to specimens varnished as without heat treatment. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C and waited for 2 hours in 125 °C have higher adhesive resistance, and it was observed that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times.

Obtained varnishes' surface sticking resistance values belong to chestnut wood were given in Table 7.

Table 7. Varnishes' surface sticking resistance values belong to chestnut wood

Surface sticking resistance (MPa)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
CHESNUT	Non-treatment	-	A	3,88	3,69	3,82	3,88	3,94	5	3,84
			B	4,14	4,20	4,45	4,33	4,39	5	4,30
	100	2	A	4,07	4,14	4,07	4,01	4,14	5	4,08
			B	4,65	4,65	4,52	4,58	4,71	5	4,62
		4	A	4,14	4,07	4,01	3,82	3,88	5	3,98
			B	4,65	4,58	4,52	4,33	4,45	5	4,50
		6	A	3,82	3,82	3,94	3,88	3,88	5	3,86
			B	4,52	4,33	4,26	4,33	4,39	5	4,36
	125	2	A	3,82	3,82	3,88	3,94	3,75	5	3,84
			B	4,52	4,52	4,26	4,20	4,33	5	4,36
		4	A	3,69	3,82	3,82	3,75	3,69	5	3,75
			B	4,39	4,45	4,26	4,14	4,20	5	4,28
		6	A	3,69	3,75	3,82	3,63	3,63	5	3,70
			B	4,33	4,26	4,07	4,07	3,94	5	4,13
	150	2	A	3,69	3,63	3,69	3,75	3,69	5	3,69
			B	4,20	4,07	4,26	4,14	4,07	5	4,14
		4	A	3,63	3,56	3,69	3,43	3,63	5	3,58
			B	4,14	4,01	3,94	4,07	3,94	5	4,02
		6	A	3,24	3,69	3,31	3,63	3,37	5	3,44
			B	4,07	3,94	3,94	4,01	3,88	5	3,96

After single and dual component varnish applications of chestnut wood; lowest adhesive resistance was seen in specimens performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest adhesive resistance was seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing adhesive resistance values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C have higher adhesive resistance than specimens varnished as without heat treatment, and it was seen that adhesive resistance

values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C and waited for 2 hours in 125 °C have higher adhesive resistance, and it was observed that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times.

3.3. Brightness Measurements

Obtained brightness measurement values belong to scotch pine wood were given in Table 8.

Table 8. Brightness measurement values belong to scotch pine wood

Brightness measurement values (60°)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
SCOTCH PINE	Non-treatment	-	A	69,8	68,7	67,7	65,4	70,8	5	68,48
			B	74,8	74,9	74,5	74,2	74,3	5	74,54
	100	2	A	68,6	69,7	70,1	71,3	68,4	5	69,62
			B	76,4	75,8	76,8	77,3	76,9	5	76,64
		4	A	68,3	69,7	65,9	68,3	69,1	5	68,26
			B	76,4	75,3	76,3	75,1	75,9	5	75,8
		6	A	68,4	65,9	68,7	68,5	67,2	5	67,74
			B	73,8	74,6	73,9	75,2	76,2	5	74,74
	125	2	A	68,5	67,2	68,5	65,4	68,6	5	67,64
			B	74,6	75,3	73,4	75,3	73,6	5	74,74
		4	A	68,5	64,2	68,1	65,5	66,2	5	66,5
			B	73,8	75,1	73,5	74,3	72,9	5	73,92
		6	A	66,4	67,7	67,1	65,2	64,3	5	66,14
			B	73,4	72,1	73,3	71,2	70,9	5	72,18
	150	2	A	66,4	65,2	67,1	67,2	66,3	5	66,44
			B	73,1	73,1	74,3	72,9	73,4	5	73,36
		4	A	65,7	68,1	63,4	64,8	65,8	5	65,56
			B	70,6	72,2	69,8	71,3	73,2	5	71,42
		6	A	64,5	61,8	66,3	65,2	65,8	5	64,72
			B	71,3	67,9	72,6	71,5	70,6	5	70,78

After single and dual component varnish applications of scotch pine wood; lowest brightness values were seen in pieces performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest brightness values were seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C. As a result of comparing brightness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, brightness values of specimens waited for 2 hours in 100 °C have higher than specimens varnished as without heat treatment, and it was

seen that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C have higher brightness values, and it was observed that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times. Obtained brightness measurement values belong to beech wood were given in Table 9.

Table 9. Brightness measurement values belong to beech wood

Brightness measurement values (60°)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
BEECH WOOD	Non-treatment	-	A	68,3	66,4	68,1	64,9	66,4	5	66,82
			B	74,8	73,9	75,5	74,4	74,1	5	74,54
	100	2	A	67,9	66,4	67,2	68,1	65,5	5	67,02
			B	75,9	75,6	76,1	76,3	77,1	5	76,2
		4	A	68,2	63,8	66,1	63,7	63,5	5	65,06
			B	77,6	76,5	75,5	75,2	74,6	5	75,88
		6	A	63,5	68,2	64,8	63,5	63,2	5	64,64
			B	75,2	75,6	76,1	73,4	73,8	5	74,82
	125	2	A	63,4	66,2	65,2	64,8	63,3	5	64,58
			B	75,3	73,4	72,2	74,3	75,6	5	74,16
		4	A	65,2	65,4	63,9	64,5	61,3	5	64,06
			B	75,5	71,3	70,6	71,2	73,1	5	72,34
		6	A	63,2	60,8	61,8	62,4	61,1	5	61,86
			B	71,9	70,6	71,2	70,6	68,9	5	70,64
	150	2	A	62,4	62,8	59,1	59,7	63,8	5	61,56
			B	71,5	70,7	69,1	70,5	71,5	5	70,66
		4	A	61,6	61,8	60,7	59,9	59,2	5	60,64
			B	71,3	68,3	69,8	69,1	67,3	5	69,16
		6	A	59,7	61,2	62,8	58,3	58,4	5	60,08
			B	70,4	67,8	68,8	65,9	67,8	5	68,14

After single and dual component varnish applications of beech wood; lowest brightness values were seen in pieces performed single component varnish application and waited for 6 hours in 100 °C, while highest brightness values were seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C. As a result of comparing brightness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, brightness values of specimens waited for 2 hours in 100 °C have higher than specimens varnished

as without heat treatment, and it was seen that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C have higher brightness values, and it was observed that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times.

Obtained brightness measurement values belong to chestnut wood were given in Table 10.

Table 10. Brightness measurement values belong to chestnut wood

Brightness measurement values (60°)										
Wood type	Temperature (°C)	Time (hour)	Varnish type	Values					n	Average
CHESNUT	Non-treatment	-	A	64,4	63,3	63,6	64,3	63,9	5	63,9
			B	73,4	73,1	72,3	72,3	72,5	5	72,72
	100	2	A	65,2	64,5	62,1	66,1	64,3	5	64,44
			B	72,6	75,3	74,3	75,1	74,2	5	74,3
		4	A	68,3	64,2	63,5	64,2	63,1	5	64,66
			B	73,2	72,6	71,8	74,3	72,2	5	72,82
		6	A	63,5	65,3	64,8	61,2	63,5	5	63,66
			B	73,5	74,3	71,5	70,6	71,3	5	72,24
	125	2	A	65,2	64,3	63,8	62,5	62,8	5	63,72
			B	71,3	72,6	68,9	70,6	72,2	5	71,12
		4	A	65,3	62,4	60,4	61,3	61,1	5	62,1
			B	73,2	68,7	69,5	68,9	70,5	5	70,16
		6	A	61,3	59,9	63,2	58,7	58,9	5	60,4
			B	68,3	70,8	69,7	71,2	70,1	5	70,02
	150	2	A	60,5	61,3	61,2	61,2	60,2	5	60,88
			B	70,8	69,8	70,5	68,8	71,6	5	70,3
		4	A	59,4	60,8	61,3	58,6	60,5	5	60,12
			B	70,4	68,9	68,8	68,9	69,4	5	69,28
		6	A	57,9	57,7	58,4	58,2	58,1	5	58,06
			B	68,5	67,3	67,3	68,7	68,2	5	68

After single and dual component varnish applications of chestnut wood; lowest brightness values were seen in pieces performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest brightness values were seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C. As a result of comparing brightness values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, brightness values of specimens waited for 2 and 4 hours in 100 °C have higher than specimens varnished as without heat treatment, and it was seen that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2 and 4 hours in 100 °C have higher brightness values, and it was observed that brightness values decreased in other heat treatment temperatures and times.

4. CONCLUSION AND SUGGESTIONS

Hardness resistance values; increase heat treatment temperature degree and time in all tree species caused an increase of hardness values in single component and dual component varnish type.

Varnishes’ surface sticking resistance values; while it was seen improvements in Varnishes’ surface sticking resistance in all tree species specimens subjected to heat treatment in 100 °C for 2, 4, and 6 hours in all tree species,

it was seen negativities in adhesive resistances in specimens waited 2, 4, and 6 hours in 125 °C and 150 °C.

Brightness values; it was seen negativities in brightness values in specimens waited 4, and 6 hours in 100 °C , and waited 2, 4, and 6 hours in 125 °C and 150 °C, while it was seen improvements in brightness values in all tree species specimens subjected to heat treatment in 100 °C for 2 hours in all tree species.

REFERENCES

ANS/ISO1522., (1998).“Paints and Varnishes-Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International”.

ASTM D 358., (1998). “Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings” *American Society for Testing and Materials*, 5-9.

ASTM D-4541., (1995). “Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, *American Society for Testing and Materials*, 12-15.

Atar, M.,(1999). “Effects on the surface treatment of Color-opening chemical substances in wooden material, Ph. D. Thesis, *Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Ankara,15-17.

- Budakçı, M., (1997). “The effects of layer thickness in varnish to brilliance, hardness and resistance of stick, Master thesis, *Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Ankara.
- Highley, T.L., Kicle, T.K.,(1990). *Phytopstology* (Blanchette, R.A., et al.).
- Sanıvar, N., (2001). *Woodworking Surface Finishing*, National Education Printing House, İstanbul.
- Kantay R., Kartal N., (2007). Heat process practices and properties of heat treated wooden material. *Wooden Magazine*, 33:36-42.
- Ozalp, M., (2008). The investigation of borax pentahydrate influences with double components in varnish applications of wood materials”, *Wood Res.*,53(4): 121-128.
- Ozalp, M., Korkut, S., (2011). The research of borax pentahydrate effects with water-based double components in varnish applications of wooden materials”, *Wood Res.*, 56(1), : 105-114.
- Sogutlu, C., (2004). “The using of some native wood species in kundekari construction. Ph. D. Thesis, *Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 101-102 (1504) Ankara.
- Thermodwood Handbook.*, (2003). Finnish Thermowood Association, Helsinki, Finland.
- TS EN 24624., (1996). “Paints and varnishes - Pulling Test”, Ankara.
- TS 4318 EN ISO 2813., (2002). Paint and varnishes-nonmetallic paint films determining the brilliance in 20°, 60° and 85°, *TSE*, Ankara.

Mantıksal Regresyon Yöntemi ile Adıyaman İli Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

Senem Tekin^{1*} 

Özet: Bu çalışmada; Adıyaman il geneli (7.298,96 km²) için mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık çalışması gerçekleştirilmiştir. İl sınırı içerisinde yaklaşık 600 heyelan bulunmakta olup; Adıyaman il yüzölçümünün % 6'sını kapsamaktadır. Adıyaman ili heyelan envanter haritası, Türkiye tarihsel heyelan envanteri temel alınarak, ortofotolar, uzaktan algılama görüntüleri ve arazi araştırmaları ile hazırlanmıştır. Lojistik regresyon yöntemi, bağımlı değişkenin ikili gözlemlendiği durumlarda, bir veya daha fazla bağımsız değişken bulunan veri kümesini analiz etmek için kullanılan popüler istatistiksel bir yöntemlerden biridir. Heyelanları hazırlayıcı çevresel değişkenler Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanmış olup; başta jeoloji haritası olmak üzere sayısal yükseklik modeli, yamaç eğimi, yamaç eğrisellikleri, pürüzlülük indeksi gibi tematik haritalar kullanılmıştır. Sonuç olarak elde edilen heyelan duyarlılık haritasına göre; il sınırının % 28.57'si heyelanların ise % 75.13'ü yüksek ve çok yüksek duyarlı alanlarda yer almaktadır. Elde edilen haritanın doğruluğu Alıcı işletim karakteristik eğrisi ve eğri altında kalan alan (AUC) ile değerlendirilmiş olup AUC 0.820 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman, Mantıksal regresyon yöntemi, Heyelan envanteri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Alıcı İşletim Karakteristik Eğrisi.

Landslide Susceptibility Assessment of the Adıyaman City Using Logistic Regression Method

Abstract: In this study, Landslide susceptibility assessment was carried out using logistic regression method Adıyaman city (7298.96 km²). There are approximately 600 landslides within the study area; which covers 6 % of Adıyaman acreage. Landslide inventory map of Adıyaman was prepared by field studies, orthophotos and remote sensed images considering the Turkey historical landslide inventory maps. Logistic regression method is one of the common statistical methods used to analyze a data set with one or more independent variables when the dependent variable is observed in binary. Environmental variables that preliminary factor for landslides have been prepared in the Geographical Information Systems environment. Environmental variables as thematic maps such as digital elevation model, slope, curvature, plan curvature, profile curvature, roughness, and geology map were used in this study. High prediction accuracy was obtained from the susceptibility map where high susceptible zones corresponding 28.57 % of the area, included 75.13 % of the recorded landslides. The area under the curve (AUC) to the receiver operating characteristic curve was calculated as 0.820.

Keywords: Adıyaman, Logistic regression method, Landslide inventory, Geographical Information Systems, Receiver Operating Characteristic Curve.

¹**Address (Adres):** Adıyaman University, Mining and Mineral Extraction Department, School of Technical Sciences, Adıyaman, Turkey

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** senemtekin@adiyaman.edu.tr

Citation (Atıf): Tekin, S. (2021). Mantıksal Regresyon Yöntemi ile Adıyaman İli Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 34-41.

1. GİRİŞ

Son yıllarda hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, küresel iklim değişimleri sonucu önemli ölçüde ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan deprem, heyelan gibi doğa olayları afetlere dönüşerek can ve mal kayıplarına yol açmakta olup; dünya çapında meydana gelen 6.873 doğal afet sonucunda 1,35 milyon kişi hayatını kaybetmiş ve bu afetlerden ortalama 218 milyon kişide olumsuz yönde etkilenmiştir (EMDAT, 2019). Heyelanlar depremlerden sonra, tüm dünyada can kaybına ve büyük ekonomik kayıplara sebep olan karmaşık doğa olayıdır. Heyelanlardan kaynaklı zararların azaltılmasına yönelik yapılan tehlike ve risk çalışmaları için, heyelan duyarlılık değerlendirmelerinin son derece önemli bir yer aldığı bilinmektedir (Nadim vd., 2006; Hong vd., 2007; Hong ve Adler 2008; Kirschbaum vd., 2010, 2015; Rohmer ve Foerster 2011; Silva vd., 2018; Achour vd., 2018; Chen et al. 2019; Park et al. 2019; Pradhan vd., 2020).

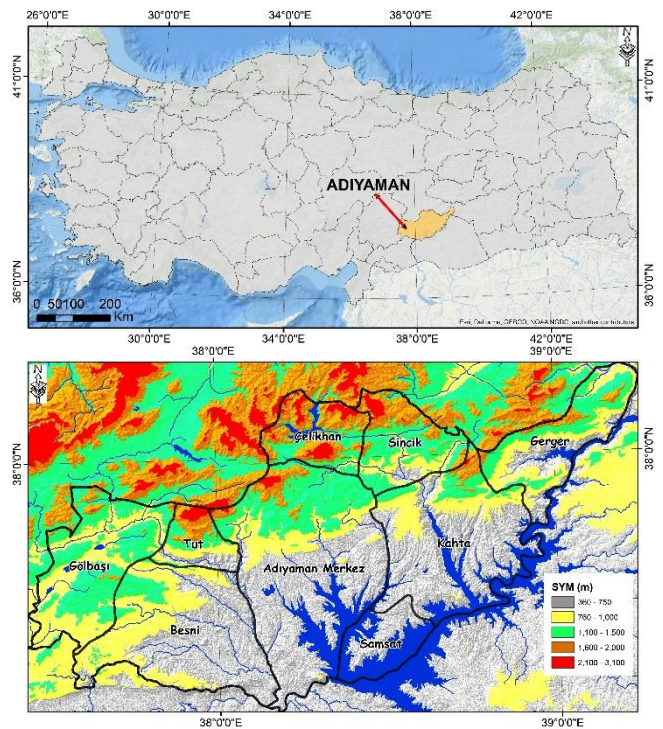
Heyelanlardan kaynaklanan zararların azaltılması ile ilgili olarak büyük ölçekte, jeoteknik yaklaşımlara dayalı şev stabilitesi modelleme ve izleme çalışmaları yapılmaktadır. Bölgesel ve daha küçük ölçeklerde ise heyelan envanter veri tabanına dayalı veri güdümlü veya uzman görüşe dayalı duyarlılık (Corominas vd., 2014), olası tehlike ve risk değerlendirme yaklaşımları Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri birlikte kullanılarak yapılmaktadır. Heyelanların mekansal olarak gelecekte hangi bölgelerde meydana gelebileceğini gösteren heyelan duyarlılık haritaları, heyelan envanter haritaları ve heyelanları hazırlayıcı çevresel faktörler göz önünde bulundurulurken hazırlanmaktadır.

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan 7.298,96 km² mekansal büyüklüğe sahip Adıyaman il (Şekil 1) geneli için veri güdümlü yöntemlerden Mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık değerlendirme yapılmıştır. Özellikle il sınırları içerisinde bulunan Tut, Sincik ve Gerger ilçeleri gelişen heyelanlardan olumsuz yönde etkilendiği bilinmektedir. Sonuç olarak bu çalışma ile elde edilecek verilerin il geneli için gelecekte yapılması planlanan olası tehlike/risk çalışmalarında kullanılacak temel altlık harita olacağı düşünülmektedir.

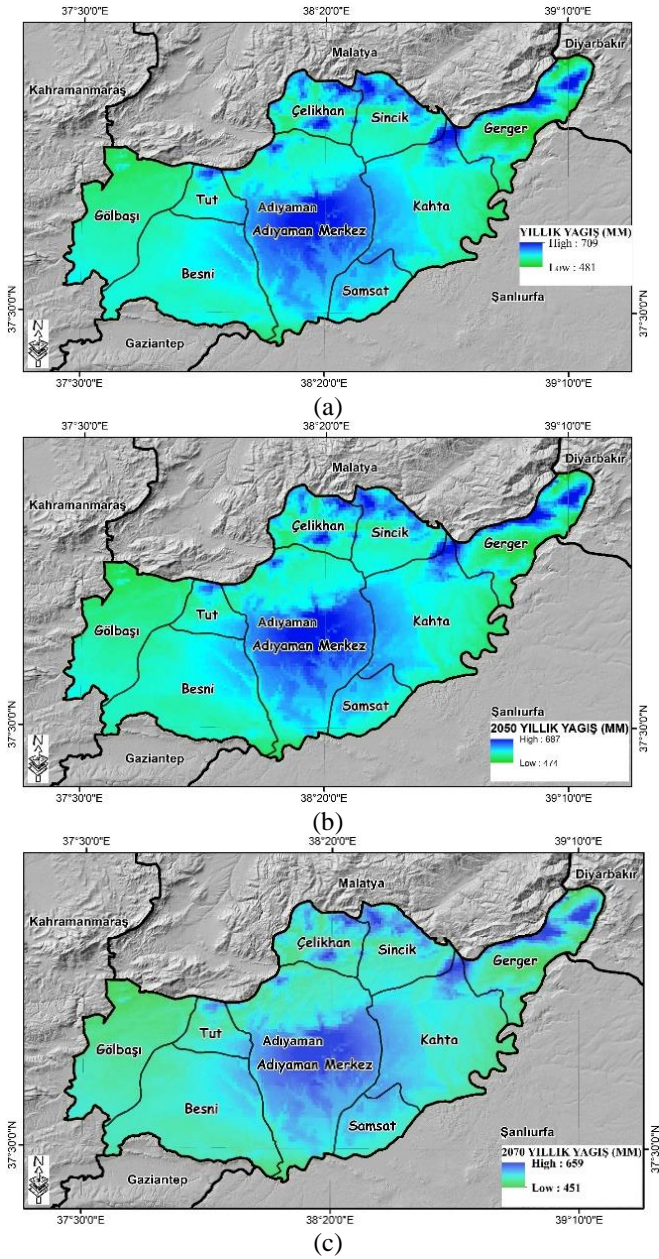
2. ÇALIŞMA ALANI

Adıyaman ili 7.298,96 km²'lik alansal büyüklüğe sahip olup, Gölbaşı, Tut, Besni, Merkez, Samsat, Kahta, Sincik, Çelikhan ve Gerger olmak üzere 9 ilçeden oluşmaktadır (Şekil 1). Adıyaman'ı yaklaşık doğu batı uzantılı ikiye ayıran Anti Torosların kuzeyinde kalan dağlık alanların iklimi ile güneyinde kalan bölgenin iklimi birbirinden

farklıdır. Güneyi, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı; kuzeyi yazları kurak ve serin, kışları yağışlı ve soğuktur. Küresel iklim verileri olan Worldclim verisine göre 1960-1990 yılları arası ortalama yıllık yağış miktarı (Şekil 2a) 709 mm'iken bu değerler kullanılarak yine Worldclim tarafından öngörülen yıllık yağış miktarlarının 2050 yılında 687 mm (Şekil 2b), 2070 yılında ise 659 mm (Şekil 2c) olacağı tahmin edilmektedir. (<https://www.worldclim.org/>).

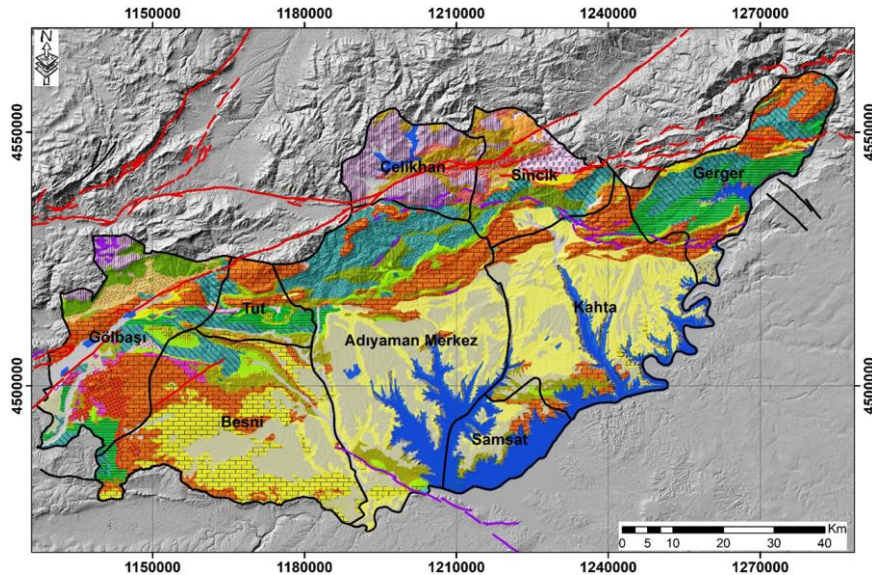


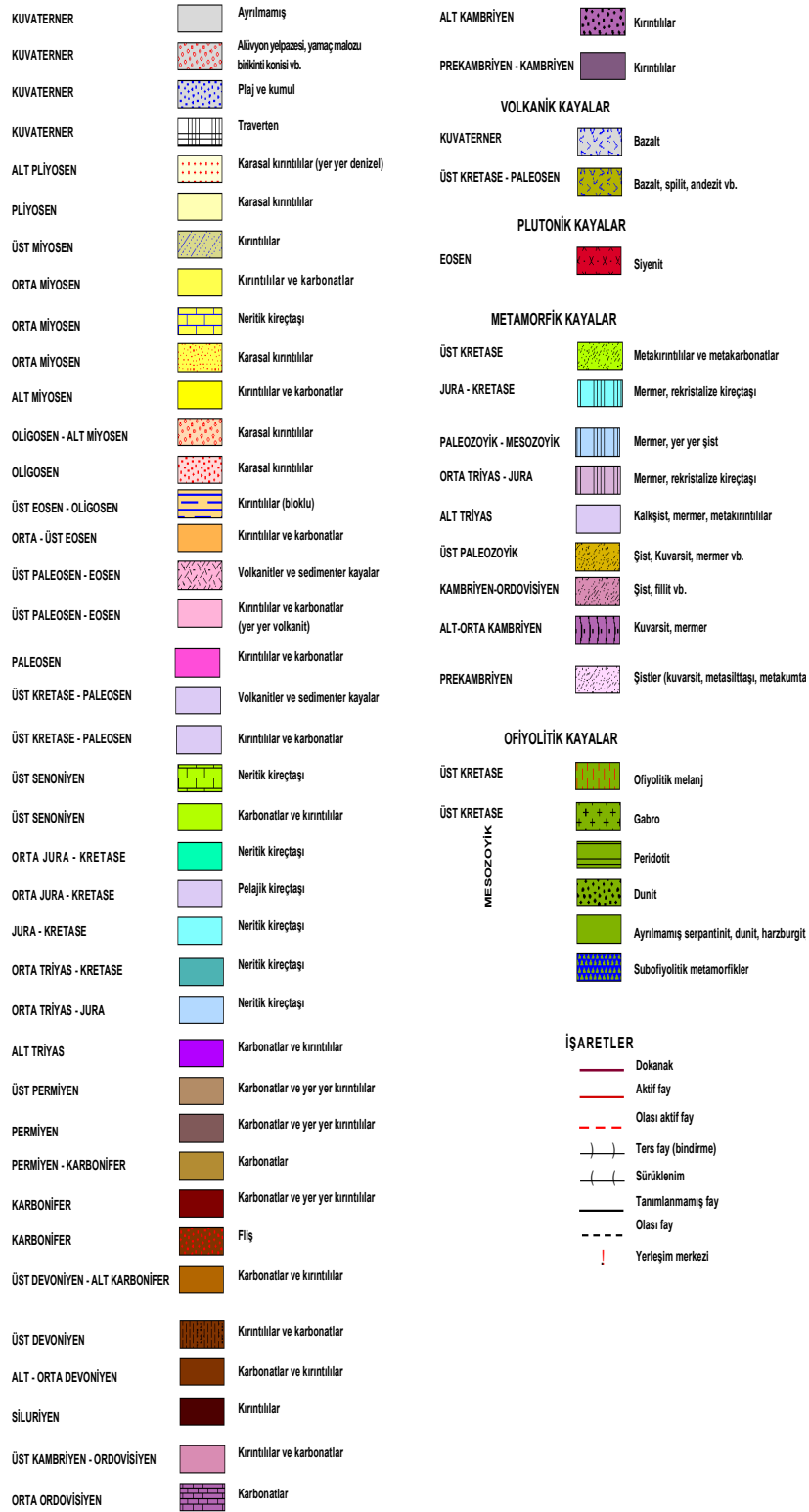
Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.



Şekil 2. Çalışma alanına ait 1960-1990 (a), 2050 (b) ve 2070 (c) yılları için Worldclim iklim verilerine ait yıllık ortalama yağış miktarları (<https://www.worldclim.org/>)

Adiyaman ili, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Genel olarak 3 tektonik kuşak görülmektedir. İlin güney kesimi Arap Platformunda yer almaktadır (Aydın vd., 2013). Arap platformu üzerine Ekay zonu gelmekte olup zonun kuzeyinde ise naplı alanlar yer almaktadır (Perinçek, 1990; Aydın vd., 2013). Arap platformu Paleozoyik yaşlı birimlerden Kuvaterner'e kadar değişik fasiyelerde gelişen kalın çökel istifleri içermektedir. Ekay Zonu, Arap platformunda yer alan birimlerin kuzey bölümünden itibaren görülmeye başlar ve özellikle yapısal açıdan doğu batı uzanımlı ters faylar içeren birimleri kapsar (Perinçek, 1990; Bolat, 2012, Aydın vd., 2013). Naplı bölgeler ise özellikle ofiyolitik kayaç gruplarını içermektedir. Bölgede gözlenen metamorfik birlikler bu zonda kalmaktadır. Sincik İlçe'sinde gözlenen jeolojik birimler genellikle naplardan oluşmaktadır (Şekil 3). Adiyaman merkez ilçe ve civarı Neojen yaşlı birikmiş sedimanter kayaçlar ile Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerinden oluşmaktadır. Aktif tektonik açısından önemli bir alanda yer alan Adiyaman ili içerisinde, Doğu Anadolu Fay zonuna ait Erkenek, Pazarcık, Pütürge segmentlerinin sırasıyla yaklaşık 70, 63 23 km'leri geçmektedir (Emre vd., 2018) (Şekil 3). Güneydoğu Anadolu Bindirmesine ait Gerger segmentinin 59.94 km'si, Narince segmentinin tamamı il sınırları içerisinde yer almaktadır.





Şekil 3. Çalışma alanına ait aktif fay haritası (Emre vd., 2018) ve jeoloji haritası (Akbaş vd., 2009'dan düzenlenmiştir)

Analizlerde kullanılmak üzere sayısal yükseklik modeli (SYM) başta olmak üzere, yamaç eğimi, kesit, teğetsel yamaç eğrisellikleri gibi 15 değişken Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanmıştır. Çalışma alanı ve

heyelanlar için her bir sürekli değişkene ait istatistiksel değerler Çizelge 1'de görülmektedir.

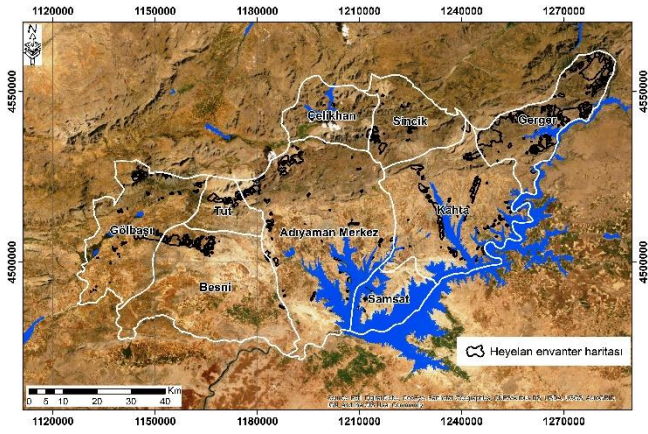
Çizelge 1. Heyelanları hazırlayıcı sürekli veri olan çevresel değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

Çalışma alanı			
Değişken	Min.	Max.	Ortalama
Pürüzlülük	0,00	12,13	4,52
Kesit yamaç e.	-1,75	1,91	,01
Tegetsel yamaç e.	-2,27	1,93	,01
Yamaç eğriselliği	-3,48	3,41	,00
Yamaç eğimi	0,00	53,04	9,65
SYM	359,00	2604,00	917,77
SAT_trasp	0,00	1,00	,54
SAT_sin	-1,00	1,01	,01
SAT_cos	-1,01	1,01	-,02
slope ^{2nd}	0,00	12,88	1,45
Lineer yamaç y.	-9999,00	360,00	-259,33
Sıcaklık indeksi	1374,00	10000,00	3086,98
TWİ	3,18	19,49	6,83
SAR	10000,00	16633,00	10258,18
SRR	0,00	0,96	0,47
Heyelanlar			
Değişken	Min.	Max.	Ortalama
Pürüzlülük	0,00	11,30	5,35
Kesit yamaç e.	-1,23	1,35	0,00
Tegetsel yamaç e.	-1,33	1,34	0,01
Yamaç eğriselliği	-2,35	2,63	-0,02
Yamaç eğimi	0,00	48,80	12,15
SYM	427,00	2518,00	1045,76
SAT_trasp	0,00	1,00	0,46
SAT_sin	-0,77	0,86	0,03
SAT_cos	-0,92	0,99	-0,02
slope ^{2nd}	0,00	10,22	1,60
Lineer yamaç y.	-9999,00	359,99	-19,68
Sıcaklık indeksi	1507,00	9558,00	3065,04
TWİ	3,39	18,30	6,60
SAR	10000,00	15182,50	10330,84
SRR	0,00	0,96	0,47

3. HEYELAN ENVANTERİ

Heyelan envanter haritaları, mevcut heyelan alanlarının alansal dağılımını ve özelliklerini göstermektedir. Heyelan envanter haritalarının hazırlanmasında kullanılacak yöntemler, çalışmanın amacına, çalışma alanının büyüklüğüne, topoğrafik haritaların ölçeğine ve heyelanların gösterileceği hava fotoğraflarına göre seçilir. Genel olarak; tarihsel veri kayıtları derlenerek, hava

fotoğrafları incelenerek, arazi gözlemleri yapılarak, uzaktan algılama teknikleri gibi birçok çalışmanın kombinasyonu ile hazırlanmaktadır. Arşiv kayıtları heyelan envanterlerinin oluşturulmasında önemli bir yer almaktadır. Adıyaman il sınırları içerisinde alansal büyüklüğü 452.83 km² olan yaklaşık 600 heyelan (Şekil 4a,b) bulunmaktadır (Duman vd., 2011). Özellikle Gerger, Tut, Sincik ve Kahta ilçerinde heyelan yoğunluğu olduğu Şekil 4'de görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 4. Çalışma alanına ait heyelan envanter haritası (Duman vd; 2011 kullanılarak revize edilmiştir) (a) Arazide gözlemlenen heyelanlara ait örnek (b).

4. YÖNTEM

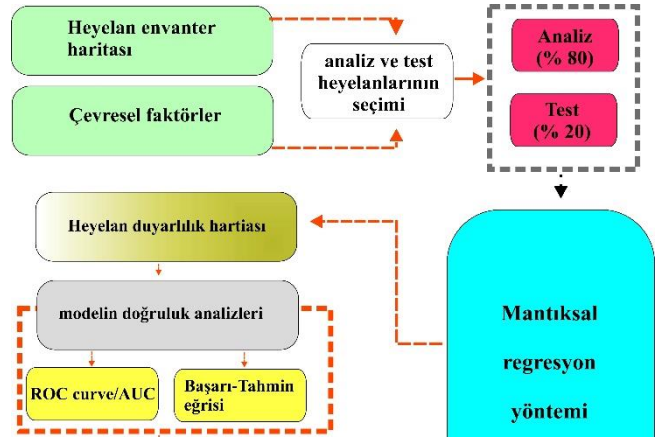
Mantıksal regresyon, bağımlı değişkenin ikili gözlemlendiği durumlarda, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenlerin neden sonuç ilişkisini belirlemede kullanılan, bağımsız değişkenlere göre bağımlı değişkeninin beklenen değerlerinin olasılık olarak elde edildiği bir regresyon yöntemidir (Atkinson ve Massari 2011). Diğer bir açıdan bağımsız değişkenlere (heyelanları hazırlayıcı çevresel değişkenlere) göre bağımlı değişkenin (heyelanların) beklenen değerinin olasılık olarak elde edildiği regresyon yöntemidir.

Mantıksal regresyon analizinde kullanılan bağımsız değişkenler sürekli ya da kategorik verilerden oluşturulabilmektedir. Mantıksal regresyon bağımsız değişkenlerin sağlıklı bir şekilde tanımlanabilmesinde sağladığı avantaj sebebiyle birçok istatistiksel analizde tercih edilen bir yöntem olmuştur. Mantıksal regresyon analizi sonucunda elde edilen mantıksal regresyon fonksiyonun olasılık değeri Eşitlik 1’de görüldüğü gibidir. Bu eşitliğe göre hesaplanan değerler $-\infty$ ’dan $+\infty$ ’a değişen değerler alabilmektedir. Bu değerler kullanılarak Eşitlik 2’deki dönüşüm kullanılarak olasılık değerleri 0 – 1 arasında değer almaktadır.

$$MR = \log \left[\frac{P_i}{1 - P_i} \right] = z_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad \text{Eş. 1}$$

$$P(Y = 1) = p_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} \quad \text{Eş. 2}$$

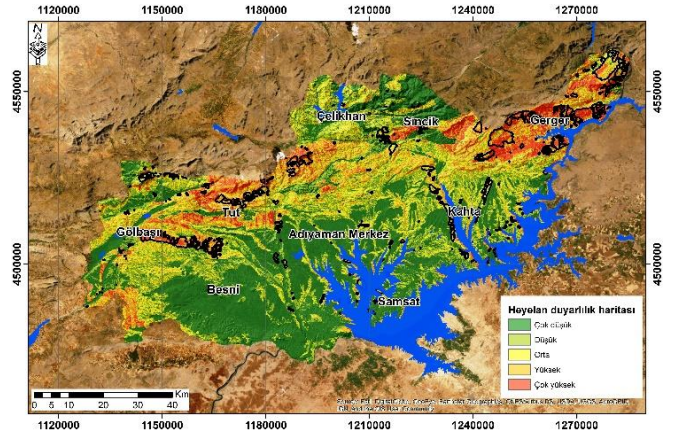
Mantıksal regresyon yöntemi ile elde edilen heyelan duyarlılık değerlendirmesinin hangi adımlar izlenerek yapıldığı Şekil 5’te görülmektedir.



Şekil 5. Çalışmada kullanılan iş akış şeması

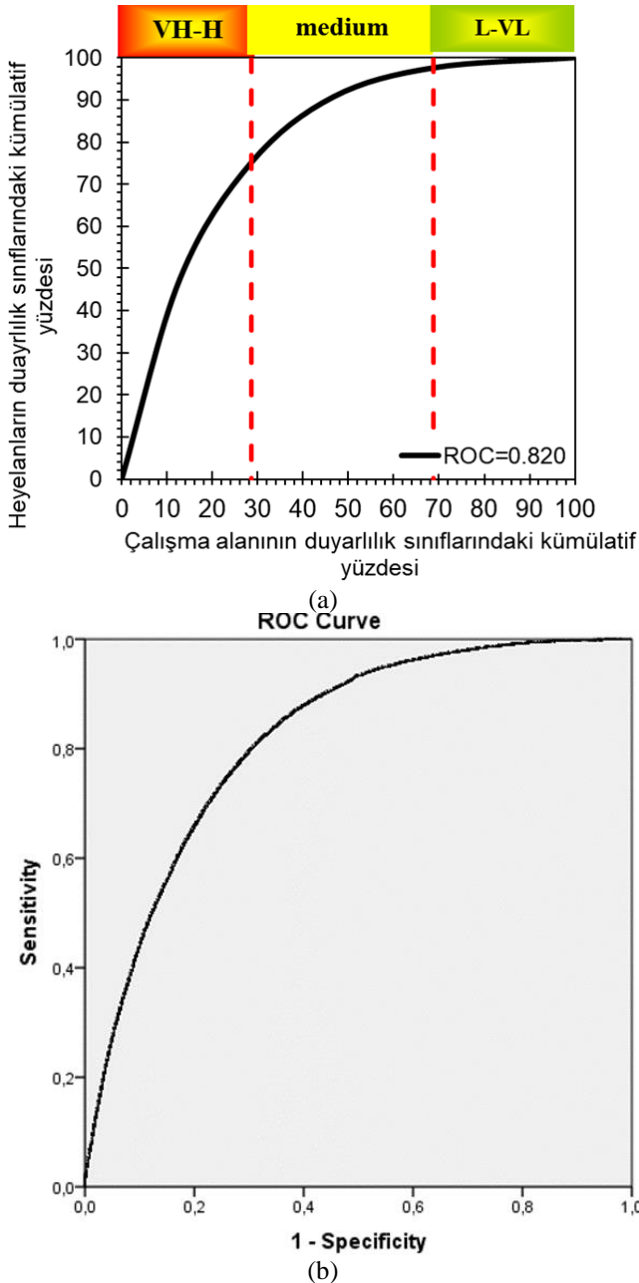
5. BULGULAR

Adıyaman ili için mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak elde edilen heyelan duyarlılık haritası 100 m mekansal çözünürlükte hazırlanmıştır. Mevcut heyelan envanteri ve heyelanları hazırlayıcı çevresel faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen heyelan duyarlılık haritası eşit aralıklı olasılık değerlerine göre (0.0-0.2, 0.2-0.4, 0.4-0.6, 0.6-0.8, 0.8-1.0) çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Heyelan duyarlılık haritası

Çalışma sonucu elde edilen heyelan duyarlılık haritasının doğruluğu başarı tahmin eğrisi, Alıcı işletim karakteristik eğrisi ve eğri altında kalan alan ile değerlendirilmiştir (Şekil 7a, b). Sonuç olarak Adıyaman il genelinin % 29’unun, mevcut heyelanların ise %75.19’ünün yüksek ve yüksek duyarlı alanlarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 7a).



Şekil 7. Heyelan duyarlılık haritasına ait başarı-tahmin (a) ve alıcı işletim karakteristiği eğrisi(b).

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ülkemizde depremlerden sonra en çok hasara yol açan doğal afet türü olan heyelanlardan kaynaklı zararların azaltılmasına yönelik yapılması gereken tehlike ve risk değerlendirmelerinin ilk adımı olan heyelan duyarlılık çalışması Adıyaman il geneli için mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Heyelanların mekansal dağılımının modellenmesinde, daha önceki birçok çalışmada kullanılmış olan çevresel parametreler tercih edilmiştir. Bu çalışma, Adıyaman il geneli için gelecekte yapılması planlanan heyelan risk azaltma çalışmaları için önemli bir çalışmadır.

Mekansal olarak nerelerde heyelan gerçekleşme olasılığının belirlendiği heyelan duyarlılık değerlendirmeleri, herbir heyelan mekanizması için ayrı ayrı gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Achour, Y., Garçia, S., Cavaleiro, V. (2018). GIS-based spatial prediction of debris flows using logistic regression and frequency ratio models for Zezere River basin and its surrounding area, Northwest Covilha, Portugal. *Arabian J. Geosci.* 11 (18), 550.
- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H. Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. and others, Turkey Geology Map General Directorate of Mineral Research and Exploration Publications. Ankara Turkey.
- Atkinson, P.M., Massari, R. (2011) Auto logistic Modelling of Susceptibility to Landsliding In The Central Apennines, Italy, *Geomorphology*, DOI:10.1016/j.geomorph.2011.02.001.
- Aydın, M., İnan, U.İ., Zorlu, K., Servi, T., Günaydin, O. (2013). Adıyaman İlinin İstatistiksel Deprem Risk Analizi, Doğrudan Faaliyet Destek Programı (TRC1/13/DFD/3027), ss: 71.
- Bolat, A. (2012). Adıyaman İli Kuzeyini Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli, Yüksek Lisans tezi, yayınlanmamış, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112 s. Adana.
- Chen, W., Zhao, X., Shahabi, H. (2019) Spatial Prediction Of Landslide Susceptibility By Combining Evidential Belief Function, Logistic Regression And Logistic Model Tree, *Geocarto Int* 34:1177-1201 doi:10.1080/10106049.2019.1588393.
- Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J. P., Fotopoulou, S., et al. (2014). Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 73(2), 209-263, doi: 10.1007/s10064-013-0538-8.
- Duman, T.Y., Çan, T., Emre, Ö. (2011). Türkiye Heyelan Envanteri Haritası - 1/1,500,000 Ölçekli, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayınlar Serisi-27, Ankara, 23.
- EMDAT, 2019. OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium <https://ourworldindata.org/natural-disasters>
- Emre Ö, Duman, T., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., Çan, T. (2018) Active Fault Database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*. 16. 3229-3275. 10.1007/s10518-016-0041-2.
- Hong, Y., Adler, R., Huffman, G. (2007) Use of satellite remote sensing data in the mapping of global landslide susceptibility. *Nat Hazards* 43:245–256. doi:10.1007/s11069-006-9104-z
- Hong, A., Adler, R.F. (2008) Predicting global landslide spatiotemporal distribution: integrating landslide susceptibility zoning techniques and real-time satellite rainfall estimates. *Int J Sediment Res* 23:249–257

Worldclim (<http://www.worldclim.org/version1>).

Kirschbaum, D.B., Adler, R., Hong, Y., Hill, S., Lerner-Lam AL. (2010) A global landslide catalog for hazard applications: method, results, and limitations. *Nat Hazards* 52:561–575. doi:10.1007/s11069-009-94014

Kirschbaum, D., Stanley, T., Zhou, Y. (2015) Spatial and temporal analysis of a global landslide catalog. *Geomorphology* 249:4–15

Nadim, F., Kjekstad, O., Peduzzi, P., Herold, C., Jaedicke, C. (2006) Global landslide and avalanche hotspots. *Landslides* 3:159–173. doi: 10.1007/s10346-006-0036-1

Park HJ, Jang JY, Lee JH (2019) Assessment of rainfall-induced landslide susceptibility at the regional scale using a physically based model and fuzzy-based Monte Carlo simulation *Landslides* 16:695-713 doi:10.1007/s10346-018-01125-z

Perinçek, D. ve Eren, A. G. (1990) Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, 8. Petrol Kongresi, 180-192.

Pradhan, B., Al-Najjar, H.A.H., Sameen, M.I., Mezaal, M.R., and Alamri, AM. (2020) Landslide Detection Using a Saliency Feature Enhancement Technique from LiDAR-Derived DEM and Orthophotos. *Ieee Access*, 8: 121942-121954.

Rohmer, J., Foerster, E. (2011). Global sensitivity analysis of large-scale numerical and slide models based on Gaussian-Process meta-modeling. *Comput Geosci* 37:917–927

Silva, R. F., Marques, R., Gaspar, J. L. (2018). Implications of Landslide Typology and Predisposing Factor Combinations for Probabilistic Landslide Susceptibility Models: A Case Study in Lajedo Parish (Flores Island, Azores-Portugal). *Geosciences*, 8(5), doi:UNSP 153 10.3390/geosciences8050153.

Akustik Performansı Etkileyen Geometrik Tasarım Parametreleri ve Farklı Plan Tipi Örnekleri

Nuriye Nida Çelebi Şeker^{1*} 

Özet: Bir performansın sergilenmesi, bir araya gelme ve paylaşımında bulunma gibi sebeplerle ortaya çıkmış yapılardan biri olan konuşma amaçlı salonlar; kullanılmaya başlandığı ilk günden beri, teknolojinin gelişmesi, farklı uzmanlık alanlarının ortaya çıkması/artması ile mimari açıdan farklı bir boyuta ulaşmıştır. Tiyatrolar, konferans salonları, ofisler, derslikler, toplantı salonları, restoranlar, küçük ve büyük derslikler, amfiler, çok amaçlı salonlar vb. şeklinde sıralanabilecek konuşma amaçlı salonlarda sergilenen performans boyunca oyuncunun/konuşmacının performansını gerçekleştirebilmesi aynı zamanda izleyicinin fazladan çaba sarf etmeden performansını izleyebilmesi/dinleyebilmesi ve anlayabilmesi önemlidir. Bu bağlamda; fiziksel, görsel, işitsel konfor şartlarının iyileştirilmesi konuşma anlaşılabilirliğinin ve konsantrasyonun sağlanması için gereklidir. Bunun için de literatürde kabul görmüş geometrik parametreler sağlanarak akustik performansı yüksek hacimler tasarlanmalıdır.

Salonlar tasarlanırken salonun genişliği, uzunluğu, en/boy oranı, salonda bulunan paralel yüzeyler, yan duvarların katkısı, yan duvarların ve tavan panellerinin formu, oturma alanı gibi geometrik farklılıkların erken yansımaları, gecikmiş yansımaları, yanal yansımaları, toplam ses enerjisini, bu da akustik performansı ve işitsel konforu etkilemektedir. Bu sebeple akustik konforun ve konuşma anlaşılabilirliğinin sağlanması için geometrik şartların da rolünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu sebeple çalışma kapsamında, geometrik tasarım parametrelerinden; görüş çizgisi, 140o kuralı, maksimum salon uzunluğu, en/boy oranı, zemin eğimi, tavan panelleri ve yan duvar ışın analizi, oturma alanı; koltuk, koridor, sahne ölçüleri, ses ışın analizine göre yapı elemanlarının biçimleri ve boyutları; optimum çınlama süresini sağlamak için yapı elemanlarının bitiş malzemeleri, bahsedilen konfor şartlarının sağlanması amacıyla yönelik olarak irdelenmiştir. Bu doğrultuda bahsi geçen parametrelere bağlı olarak; hacimleri (m³), kişi sayıları, ortalama yükseklikleri (h), kişi başına düşen hacim ve alanları (m³-m²), yapı elemanları yüzey bitiş malzemeleri, birbirleriyle benzer olan farklı plan şemalı salonlar yazar tarafından tasarlanmış ve bu salonların işitsel konfor koşulları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Salon geometrisi, geometrik parametreler, hacim akustiği, konuşma amaçlı salonlar.

Geometrical Design Parameters That Affect on Acoustic Performance and Examination of Different Plan Shapes

Abstract: Speech halls are the structures that emerged for reasons such as performing a performance, gathering and sharing. From the first days they were used, new wrinkles added in terms of architecture with the development of technology and the emergence / increase of different areas of expertise. Speech halls can be listed as follows, theaters, conference halls, offices, classrooms, meeting rooms, restaurants, small and large classrooms, lecture halls, multi-purpose halls, etc. It is important that the actor/speaker can perform during the performance exhibited in the speech hall and the audience can watch/listen and understand the performance without any extra effort. In this context; it is essential to improving physical, visual and audial comfort conditions is necessary to ensure speech intelligibility and concentration. To ensure this comfort, halls with high acoustic performance should be designed by providing geometric parameters accepted in the literature.

Within the scope of the study, among the geometric design parameters; line of sight, 140o rule, maximum hall length, aspect ratio, floor slope, ceiling panels and side wall beam analysis, seating area; seat, corridor, stage dimensions, shapes and sizes of building elements according to sound beam analysis; in order to provide optimum reverberation time, the finishing materials of the building elements have been examined to provide the mentioned comfort conditions. Accordingly, depending on the parameters mentioned; volume of halls (m3), number of seats, average height (h), volume per seat and area per seat (m3-m2), building elements, surface finishing materials, halls with different plan schemes that are similar to each other were designed and examined.

While the halls are designed, the width, length, aspect ratio of the hall, the parallel surfaces in the hall, the contribution of the side walls, the form of the side walls and ceiling panels, the early reflections of geometric differences such as the seating area, delayed reflections, lateral reflections, total sound energy, which effects the acoustic performance and this performance affects audial comfort. For this reason, the role of geometric conditions should be considered in order to provide acoustic comfort and speech intelligibility.

Keywords: plan geometry, acoustical and geometric parameters, room acoustics, speech rooms.

¹Address (Adres): Mimar Sinan Fine Arts University, Faculty of Architecture, Interior Design Department, İstanbul, Turkey

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** nida.celebi@msgsu.edu.tr

Citation (Atf): Çelebi Şeker, N.N. (2021). Akustik Performansı Etkileyen Geometrik Tasarım Parametreleri ve Farklı Plan Tipi Örnekleri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 42-54.

1. GİRİŞ

Toplanma, bir performansın sergilenmesi, bir araya paylaşımında bulunma gibi sebeplerle ortaya çıktığı bilinen yapılardan biri olan konuşma amaçlı salonlar; kullanılmaya başlandığı ilk günden beri, teknolojinin gelişmesi, farklı uzmanlık alanlarının ortaya çıkması-artması ile mimari açıdan farklı bir boyuta ulaşmıştır.

Konuşmanın gerçekleştiği konuşma amaçlı salonlar; restoranlar, küçük ve büyük derslikler, amfiler, toplantı salonları, ofisler, çok amaçlı salonlar, konferans salonları, tiyatrolar olarak sıralanmaktadır. Bir salonun kapasitesini sadece oturma alanı belirlememekte, sahnenin boyutu, yapılan aktivitenin/etkinliğin türü, salonun bulunduğu konum ve sosyal ortam da salonun kapasitesini etkilemektedir. Salonlar kişi kapasitesine göre sınıflandırılacak olursa; 500'den az kişi kapasiteli salonlar; küçük ölçekli salonlar, 500-900 kişi kapasiteli salonlar; orta ölçekli salonlar, 900-1500 kişi kapasiteli salonlar; büyük ölçekli salonlar, 1500'den fazla kişi kapasiteli salonlar; çok büyük ölçekli salonlar olarak nitelendirilebilir (Ham, 1972:13).

Aktivite/etkinlik boyunca, hem oyuncunun/konuşmacının oyununu oynayabilmesi/konuşabilmesi hem de dinleyicinin oyunu/sahneyi izleyebilmesi/dinleyebilmesi için fazladan bir çabaya gerek kalmadan etkinliğin/aktivitenin gerçekleşmesi; performansın anlaşılması ve konsantrasyonun sağlanması açısından önemlidir. Oturma elemanları ne çok yumuşak ne çok sert ve standartlarda belirtilen ölçülerde olmalı, oturma alanının her yerinden sahnenin performans alanının her köşesi rahatlıkla

görülebilmeli, salonun genel aydınlatma düzeyi yeterli olmalı, oyundaki konuşmalar ve sesler eko yapmadan, gecikmeden, istenilen sürede alıcılara ulaşmalıdır. Burada birincil amaç; kişilerin fiziksel, görsel, işitsel konforlarının sağlanmasıdır. Konferans salonu ve tiyatro gibi konuşma amaçlı salonlarda işitsel konforu sağlayan bir gereklilik olan konuşma anlaşılabilirliğinin sağlanması; akustik ve geometrik parametrelerin optimize edilmesine bağlıdır (Ham, 1972:30). Bu çalışma kapsamında salon tasarımını etkileyen geometrik parametreler anlatılmış, yapılan hesaplamaların değerlendirmeleri geometrik parametrelerin akustik parametreler üzerindeki etkisiyle yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Literatürde var olan geometrik parametrelerden bahsedilmiş ve bu parametreler ışığında salonlar yazar tarafından tasarlanmış, salonlar Autodesk Autocad 2012 programında çizilmiş, tasarlanan salonlarda gerekli geometrik kontroller yapılmış, Google Sketch Up 8 programında üç boyutlu olarak modellenmiş, ODEON 10.0 Combined simülasyon programında gerekli hesaplamalar yapılmış ve bu hesaplamalar sonucunda, akustik parametrelerdeki değerler salon geometrisine bağlı olarak yorumlanmış, akustik performansta geometrik kararların rolü değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler herhangi bir salonu iyi ya da kötü gösterme çabasıyla yapılmamış, her salon için geometrinin avantaj ve dezavantajları üzerinde durulmuş, salon geometrisinin akustik performans üzerindeki etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

3. BULGULAR

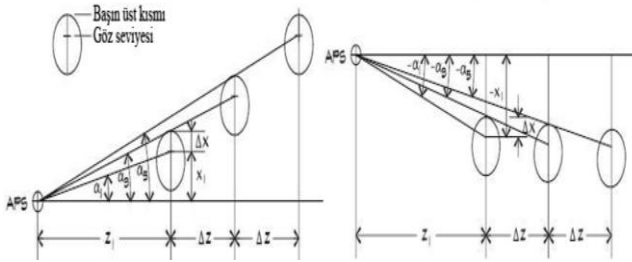
Salonların tasarımında akustik konfor için geometrik parametrelerin sağlanması ve oluşabilecek akustik kusurların engellenmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında geometrik parametreler; zemin eğimi ve görüş çizgileri, oturma alanı ve elemanları, tavan / duvar yansıtıcıları başlıklarıyla ele alınmış, akustik kusurlar da çoklu ve uzun gecikmiş yansımalar, eko, titreşimli eko (flutter echo), odaklanma, gölge, fısıldayan galeri olarak sıralanmıştır.

3.1. Geometrik parametreler

Akustik konforu sağlayan faktörlerden olan; zemin eğimi, plandaki ve kesitteki görüş çizgileri, balkonların kullanımı, oturma düzeni ve koltukların tasarımı, salonlarda kullanılan yansıtıcılar, tavan panelleri, salonlarda bulunan çıkışlar, sahnenin tasarımı, salonun şekli, boyutu, ortalama yüksekliği, malzeme seçimlerine ait açıklamalar bu bölümde aktarılmış ve bu parametreler ışığında salonların tasarımı adım adım gerçekleştirilmiştir.

Zemin eğimi ve görüş çizgileri

Yapılan aktivitenin, sergilenen performansın türüne göre mekansal sınırlar değişebilmektedir, ancak aktivitenin çeşidine bakılmaksızın her koşulda sahnenin/aktivite alanı bütün seyirciler tarafından görülmeli, salonunun zemin eğimi verimli görüş açısını sağlayacak şekilde olmalıdır; çünkü iyi görüş açısı konforlu dinleme şartları anlamına gelmektedir. Zemin eğimi, Şekil 1'de gösterildiği gibi, izleyicinin göz hizasından çıkan bir ışının, ön sırasındaki izleyicinin kafasının üzerinden geçerek, izleyicinin görüş çizgisinin olduğu nokta (arrival point of sight APS) olarak adlandırılan sahnenin uç noktalarına varacak şekilde ayarlanmaktadır (Long, 2006:382; Strong, 2010:77).

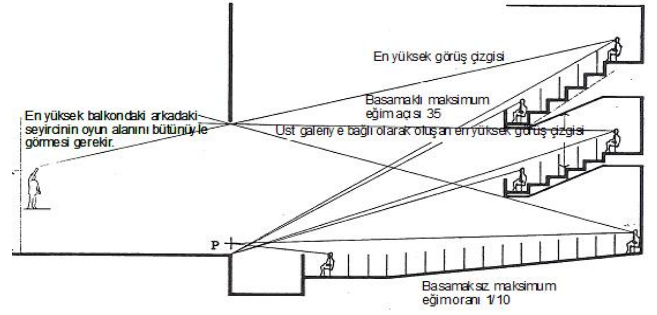


Şekil 1. Her bir sıra için görüş çizgisi geometrisi (Long, 2006:382; Strong, 2010:77).

Göz yüksekliği ölçü aralığı; yetişkinler için 112 cm (oturan bir kişinin göz/kulak seviyesinin yerden yüksekliği), sahne yüksekliği yerden 80-100 cm olarak kabul edilebilir.

Düşey görüş çizgileri;

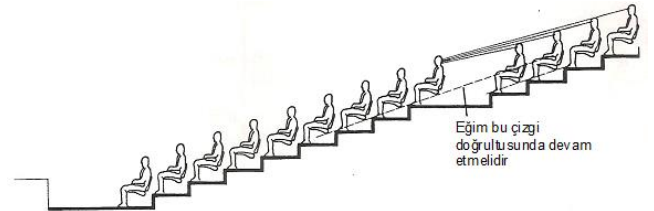
- ✓ Alıcının sahne alanına maksimum mesafesini,
- ✓ Sahne alanının derinliği ve yüksekliğini,
- ✓ Herkes tarafından görülmesi gereken, sahnenin en yakın, en alçak, en uç noktanın konumunu,
- ✓ Sahne alanına en uzak mesafedeki alıcı tarafından bile görünmesi gereken sahne alanının en uç noktalarını, balkon önleri, perde alınlarının sınırlarını belirlemede yardımcıdır (Ham, 1972:32-33).



Şekil 2. Salondaki eğimlerin ve balkonların gösterimi (Ham, 1972:32-33; Strong, 2010:79).

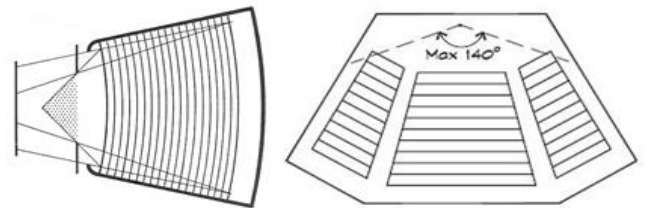
Balkonlu bir salon tasarımı gösterilen Şekil 2'de, balkonların sahip olacağı maksimum eğim açısı, balkon altında kalan dinleyicilere ses ışınlarının gidip gitmediğinin kontrolü, sahnenin en ön, en arka ve en üst kısımdaki varış noktasının; en öndeki dinleyici, balkonlardakiler, en arkadakiler olmak üzere bütün dinleyiciler tarafından görüldüğünün kontrolü, görüş çizgileriyle sağlanmıştır. Aslında bu görüş çizgileri sayesinde hacmin düşey düzlemdeki (kesit) sınırları da belirlenmiş olmaktadır.

Görüş çizgileri çizilmiş olan Şekil 3'teki gibi, ön kısımdaki sıralardan sonra bir koridor bırakılmışsa koridordan sonra başlayan oturma alanının eğimi tekrar aynı çizgide devam etmelidir, aksi takdirde arka alıcıdan gelen ışınlar öndeki alıcının kafasına denk gelmekte, bu da görme ve işitme konforu açısından rahatsızlığa sebep olmaktadır (Ham, 1972:34).



Şekil 3. Salon eğimi bütün sıralarda aynı devam etmelidir (Ham, 1972:34).

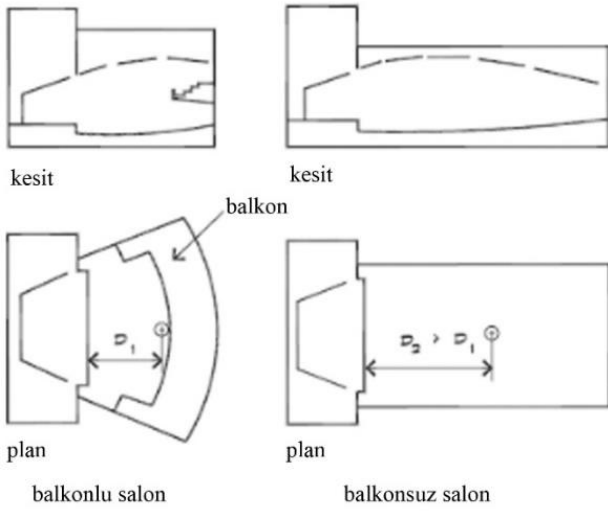
Yatay görüş çizgileri, sahne alanının ve oturma alanının genişliğini belirleyen faktörlerden bir tanesidir. Şekil 4'te gösterildiği gibi yan duvara yakın arka taraftaki alıcılardan gelen görüş çizgileri sahnenin yatay düzlemdeki (plan) performans alanını tanımlamaktadır (Ham, 1972:34). Sahne alanının orta aksındaki bir noktanın alıcı alanına doğru maksimum 140° açı oluşturacak şekilde sınırlandırılarak salon genişliği belirlenmektedir.



Şekil 4. Salonun yatayda da görüş çizgileri kontrol edilmeli (sol), sahne açısı maksimum 140° (sol) olmalıdır (Ham, 1972:34).

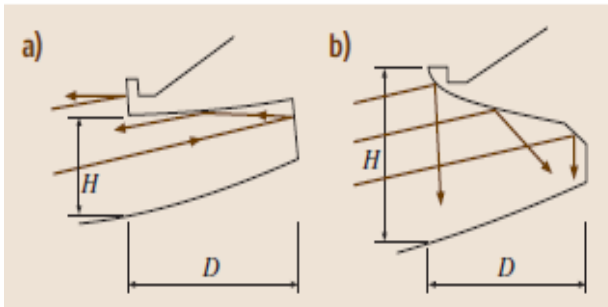
Düsey ve yatay görüş çizgileri kontrolleri sırayla değil, birlikte eş zamanlı yapılmalı, salon ve sahne sınırları bu şekilde belirlenerek tasarlanmalıdır.

Kaynak-alıcı mesafesi dairesel oturma alanı sayesinde minimize edilebileceği gibi balkon kullanımı ile de sağlanmaktadır. Şekil 5'te kaynak-alıcı mesafesi balkonlu ve balkonsuz salon durumları için gösterilmiş, bu mesafe balkon kullanarak azaltılmıştır (Long, 2006:580). Salonlarda en uzaktaki alıcı ile olan mesafe 25 metreyi geçmemeli, dolayısıyla salon derinliği 25 metreden fazla olmamalıdır. [Mehta, 1999:232]. Balkonlar oturma alanını arttırmaktadır ancak çoğunlukla balkonların yapılış amacı sahne ve dinleyiciler arasında daha uzak mesafeden kaçınmaktır (Long, 2006:580).



Şekil 5. Balkonlu ve balkonsuz salon plan ve kesiti (Long, 2006:580).

Görüş çizgileri kriterlerini, balkon oturmaları için de yerine getirmek zorunludur. Balkonlarda zemin eğimi, Şekil 2'de de gösterildiği gibi, güvenlik sebebiyle 35° den büyük olmamalıdır. Ayrıca balkonlar söz konusuysa, balkonun altındaki oturma alanı için akustik açıdan özel tedbir ihtiyacı duyulmaktadır. Şekil 6'da gösterildiği gibi, balkon altında kalan oturma alanının tavanının eğimli olmasını sağlamak, yansıyan sesin balkonun altında kalan oturma alanına dağılmasına yardımcı olacaktır (Rossing, 2007:327-328).



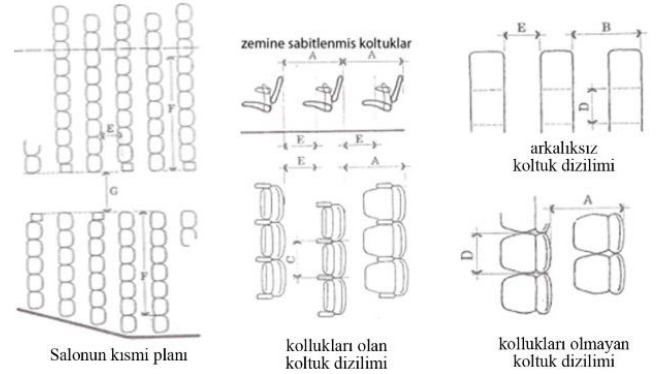
Şekil 6. a) Kötü, b) İyi balkon profili tasarımı (Rossing, 2007:328).

Oturma alanı ve oturma elemanları

Oturma alanı belirlenirken ve oturma elemanları seçilirken her durumda olduğu gibi öncelikle güvenli bir düzenleme hedeflenmelidir. Yani oturma elemanlarının konforlu olmasının yanında, kullanıcıların oturma alanını terk ederken ya da oturma alanını kullanırken sebep olduğu sirkülasyon hesaba katılmalıdır (Ham, 1972:30). Sirkülasyon, acil durum ya da beklenmeyen bir afet durumunda salonu en kısa sürede boşaltacak/terkedecek ve o anki panik anıyla tehlikeli bir duruma izin vermeyecek şekilde düşünülmelidir.

Ayrıca oturma elemanları, kullanıcılara olağan oturma pozisyonunda sahne alanını görmeyi sağlamalı, yani kullanıcı konforlu oturmak ve/veya sahne alanını görmek için zorlanmamalıdır (Ham, 1972:30). Minimum ölçüler ve geçiş gereksinimleri Şekil 7'de gösterilmiştir (Ham, 1972:54).

sıralar arası 2 koltuk arası minimum mesafe E (mm)	510mm genişliğinde bir koltuğun koridordan maksimum uzaklığı F (mm)	510 mm genişliğinde koltuk için her sırada olabilecek maksimum koltuk sayısı	
		2 tarafta koridor	1 tarafta koridor
305	3060	14	7
330	3570	16	8
355	4080	18	9
380	4590	20	10
405	5100	22	11



Şekil 7. Minimum ölçüler ve geçiş gereksinimleri (Ham, 1972:54).

Şekil 7'de yer alan minimum ölçüler için;

A: Arkalıklı oturma elemanlarının kullanımı için gereken mesafe:760 mm

B: Arkalıksız oturma elemanlarının kullanımı için gereken mesafe:610 mm

C: Kolları olan oturma elemanlarının genişliği min:510 mm

D: Kolları olmayan oturma elemanlarının genişliği min:460 mm

E: Ayak uzatma mesafesi:305 mm

F: Oturma elemanlarının koridora olan mesafesi (22'den fazla oturma elemanı güvenli olmamaktadır)

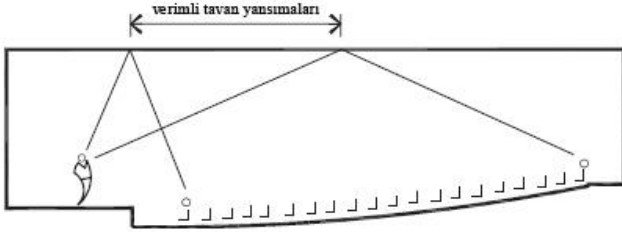
G: Koridor genişliği min:1070 mm

Yansıtıcılar

Yansıtıcılar hem tavanda hem duvarda,

- ✓ Kaynağın arkasına veya üzerine yansıtıcılar yerleştirilerek zayıf olan kaynağın desteklenmesi için
- ✓ Orkestra platformunda topluluğun, dengenin verimli hale getirilmesi için

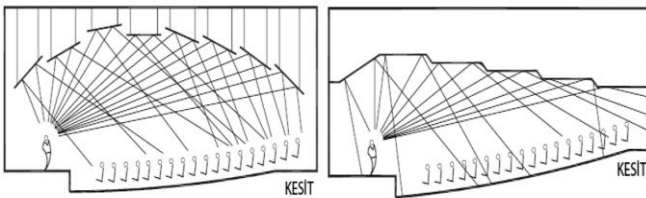
- ✓ Yüksek bir tavanın, oturma alanının ön tarafında ekoya sebep olması için
 - ✓ Arka duvardaki yansıtıcılar, balkon önleri yararlı yansımaları arka koltuklara yansıtılabileceklerinden, kaynaktan uzak alıcılarda ses düzeyinin ve netliğin artırılması için
 - ✓ Erken yanal yansımalar (yan duvar yansımalar) yan duvarlarda kullanılacak yansıtıcılar kullanmakla mümkün olduğu için
 - ✓ Yayılmış yansımalar sağlanması için
- kullanılmaktadır (Rindel, 1999).



Şekil 8. Düz tavanlı salon kesitinden yansımalar (Long, 2006:584).

Şekil 8'de olduğu gibi düz tavan kesitli salon örneğinde yansıyan ışınlar, orta ve ön bölümleri kapsamakta, ancak arka alıcıların üstündeki tavan kısmına düşen enerjinin büyük bir bölümü, arka duvarların üzerinde emiciyse sönmülmekte veya yansıtıcıysa uzun gecikmiş yansımalara sebep olmaktadır (Long, 2006:583-585). Tavan şekli ile sesin salona eşit olarak dağılması sağlanabilmekte bu kaygıyla tasarım yapmak işitsel konforu artırmaktadır.

Tasarımı geliştirmek için tavan Şekil 9'daki gibi parçalı (sol) veya basamaklı (sağ) şekilde tasarlanabilir (Long, 2006:585). Aktivitenin çeşitliliğine göre bu paneller hareket edebilmekte, yüksekliği ayarlanabilmekte dolayısıyla salonun hacmi artırılıp/azaltılabilmekte ve buna bağlı olarak da optimum çınlama süresi sağlanabilmektedir. Konuşma amaçlı salonlarda genellikle alçak tavanlı hacimler tercih edilirken, konser salonlarında biraz daha yüksek tavanlı hacimler çınlama süresi açısından tercih edilmektedir.

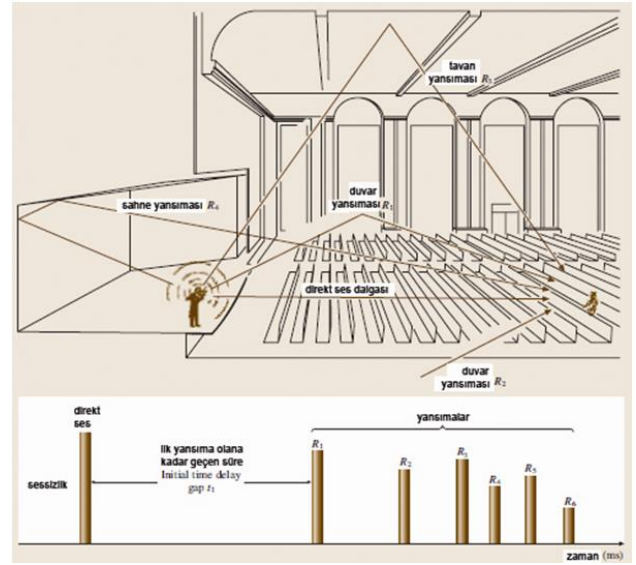


Şekil 9. Bölünmüş tavadan ve kademeli tavadan yansıyan ses (Long,2006:585).

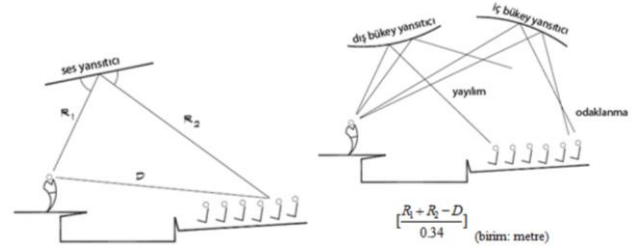
Şekil 10'daki gibi sahnedeki bir kaynaktan çıkan ve küresel yayılan ses dalgası bütün yönlerde yayılmakta ve sesi ilk duyan alıcıya direkt yayılan dalganın bir parçası ulaşmaktadır, buna direkt ses adı verilmektedir (Rossing, 2007:304). Herhangi bir yüzeyden yansıyıp alıcıya gelen ışın nereden yansıyıp ulaşıyorsa o ismi almaktadır; sahne

yansıması, yan duvar yansıması, tavan yansıması örneklerinde olduğu gibi.

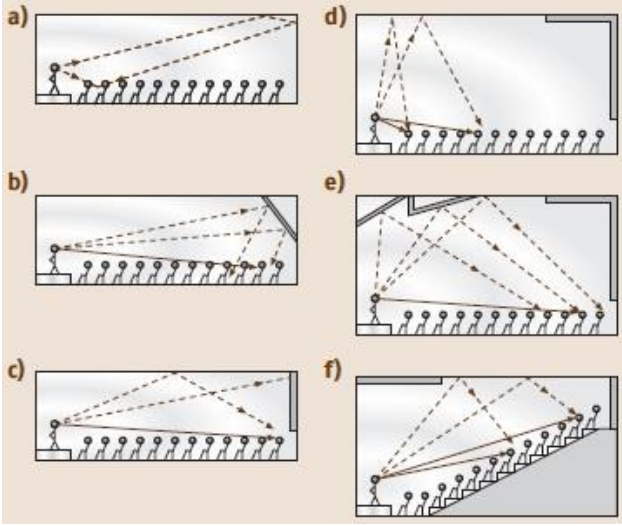
Şekil 11, bir dalganın kaynak-yansıtıcı (R1), yansıtıcı-alıcı (R2) ve kaynak-alıcı (D) yani direkt ses, olmak üzere izlediği yolu şematize eder. Şekil 11'de sol tarafta yansıtıcılar düzlemsel, sağ tarafta ise küresel (iç bükey ve dış bükey) yüzeylerden oluşmaktadır. Direkt ses ve yansımalar kullanılarak gecikme süreleri Şekil 11'deki formüllerle hesaplanabilmektedir. Gecikme süreleri sesin alıcıya ne kadar sürede ulaştığı hakkında bilgi vermektedir, bu sürenin 30 ms'den fazla olmamasına paneller tasarlanırken dikkat edilmelidir (Long, 2006:584). Gecikme süresi 30 ms'den fazla olursa, paneller yeniden şekillendirilmeli, gecikme süresi yeniden hesaplanmalı ve bu durum sağlanana kadar paneller değiştirilerek, denenerek optimum seviyeye ulaşılmalıdır.



Şekil 10. Bir hacimde meydana gelen sinyal tepkisinin ve yansımaların gösterilmesi (Barron, 1993:42; Long, 2006:590; Rossing, 2007:304).



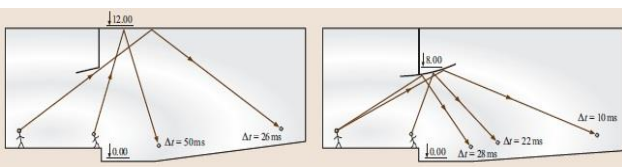
Şekil 11. Tavan Panelleri Yol Farkı ve gecikme süresi hesaplanması (Long, 2006:584).



Şekil 12. Salonda farklı tavan panelleri denenerek erken yansıma kontrolü (Rossing, 2007:331).

Şekil 12, alçak ve yüksek tavanlı salonlarda tavan panelleriyle erken yansıma kontrolünü göstermektedir. Alçak tavanlı salonda (a) arka duvar veya tavadan gelen eko, köşede eğimli yansıtıcı kullanılarak engellenebilir (b). Alternatif olarak, arka köşeden gelen bu enerji, köşedeki bir ya da her iki yüzeyde yutucu malzeme kullanılarak azaltılabilir (c). Eğer tavan, salonun ön kısmında eko oluşturacak kadar yüksekse de (d), sağda görüldüğü gibi, ön kısma, sesi arka alıcılara yönlendiren eğimli yansıtıcılar konularak veya bu tavan alanında ses yutucu malzeme kullanılarak çözüm bulunabilir (e). Alternatif olarak, zemin, salon hacmini azaltmak için eğimlendirilebilir böylece arka koltuklar faydalı yansımaların alındığı tavana yakınlaştırılmış olur (f) (Rossing, 2007:330-331).

Tavan panelleri sahne alanının üzerine veya oturma alanının ön kısımlarının üzerine asılan tekli parçalar da olabilmektedir (Şekil 13). Bulut diye adlandırılan yansıtıcılar genelde düz veya alıcılara doğru dışbükey/konveks şekilde olabilmekte ama dışbükey yüzeyden yansıyan ses bir miktar da dağılıma uğrayacağından, daha verimli bir tavan formu sağlamaktadır (Long, 2006:240). Bu sayede salon hacmini değiştirmeden yansımanın düzeyi artırılmaktadır. Eğer yansıtıcı orkestra çukurunun üzerine yerleştirilirse, sahne alanından oturma alanındaki alıcılara giden erken enerjiyi arttırabileceği gibi, orkestra çukurundaki ortak duyular da desteklenir. Yansıtıcılara dışbükey form vermek daha önce de belirtildiği gibi sesin yayılımı açısından avantajlı bir durumdur (Rossing, 2007:331).

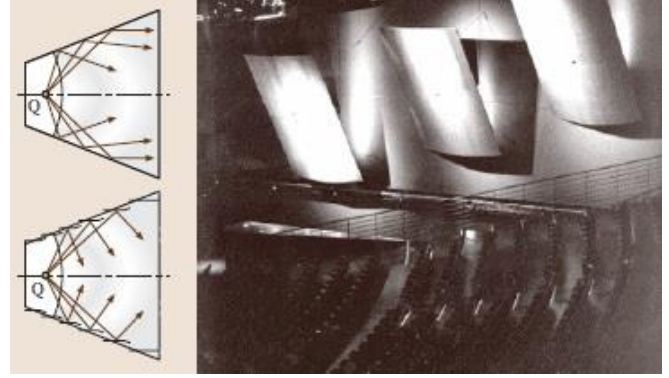


Şekil 13. Sahne alanının üstüne konumlandırılan yansıtıcı panelden yansıyan ses ışınları (Rossing, 2007:332).

Ayrıca, büyük salonlarda kaynak-alıcı mesafesi 18 metreyi aştığında tavan yansıtıcıları kullanmak alıcının gerekli

yansımaları alması bakımından çok işe yaramaktadır (Ham, 1972:40).

Şekil 14'te gösterilen örnekte (sol üst) fan salonda yan duvarlar boyunca meydana gelen yansımalar orta akstaki alıcılara ulaşmamakta, duvarlara zikzak şekli verilerek (sol alt) zayıf yanal yansımalar geliştirilebilmektedir. Yan duvarlarda paneller duvar yüzeyinden koparılabilir (sağ) gerekli olan alıcılara doğru yönlendirilebilmektedir (Rossing, 2007:332).



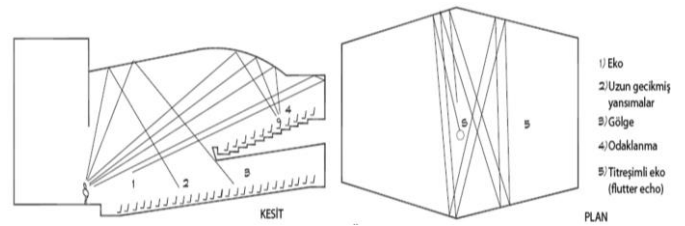
Şekil 14. Fan plan şemalı bir salonda bölgesel olarak paneller kullanılarak yan duvar yansımalarının geliştirilmesi (Rossing, 2007:332).

Akustik kusurlar

Konuşma anlaşılabilirliğinin ve genel konfor şartlarının bozulmasına sebep olabilmektedir. Şekil 15'te gösterildiği gibi bazı akustik kusurlar;

- ✓ Eko
- ✓ Çoklu ve uzun gecikmiş yansımalar
- ✓ Titreşimli eko (flutter echo)
- ✓ Gölge
- ✓ Odaklanma
- ✓ Fısıldayan galeri

şeklinde sıralanabilmektedir (Long, 2006:587).

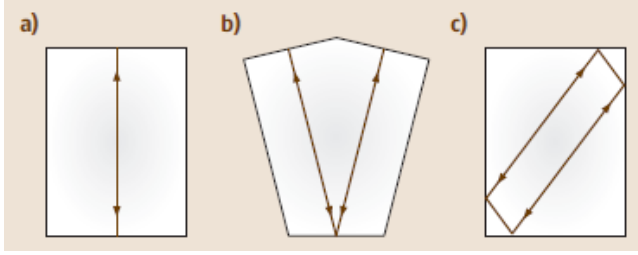


Şekil 15. Akustik Kusurların Örnekleri (Long, 2006:589).

Şiddeti yüksek olan sesin direkt sestten sonra ve belli bir zaman diliminden daha uzun sürede alıcıya ulaşması durumunda **eko** oluşmaktadır. Salonun arka duvarından gelen yansıma ekoya sebep olabileceğinden, arka duvar içbükeyse yutucu malzeme kullanılarak eko ya da gecikmiş yansımalar engellenebilmektedir (Long, 2006:588).

Uzun gecikmiş yansımalar ekoya göre daha kısa olmakta ve eko gibi ayrı sesler olarak algılanmamakta ama sesin anlaşılmasında bulanıklığa yol açmaktadır (Long, 2006:588).

Şekil 16'da gösterildiği gibi; paralel, yansıtıcı duvarlar arasında veya yansıma oluşacak diğer yüzeyler boyunca oluşan, düzenli, tekrar eden yansımalara **titreşimli eko (flutter echo)** adı verilmektedir (Rossing, 2007:330). Titreşimli ekolar; paralel duvarlar, iç bükey veya "V" biçimli yüzeyler arasında oluşan tekrar eden yansıma sesleridir. Bu yüzeyler, iki, üç hatta daha fazla yansımalara neden olmaktadır (Long, 2006:588). Bu nedenle paralel yüzeyler kullanılmaktan kaçınılmalı, kullanılıyorsa da yüzeylerden en az biri saçıcı/yutucu malzemeye kaplanmalı veya yüzeye 3-5° açı verilerek bu paralellik kırılmalıdır (Rossing, 2007:330).

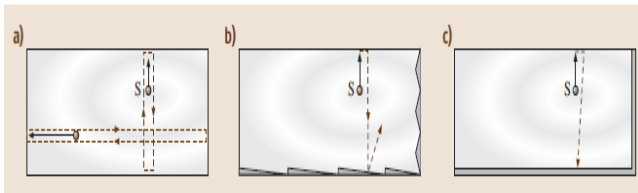


Şekil 16. Plan formlarının sebep olduğu titreşimli ekolar (Rossing, 2007:330).

Şekil 17'de (a) durumu için bütün yüzeyler paralel olduğundan S kaynağından çıkan ses ışını paralel yüzeyler arasında sürekli yansımalar, bu da titreşimli ekoya yani sesin bulanıklaşmasına sebep olur.

Şekil 17'de (b) durumunda da aynı sorun söz konusudur, paralel olan yüzeylerden birer tanesinde saçıcı malzeme kullanıldığında S kaynağından çıkan ışının daha kısa sürede sönümlenmesi ve yön değiştirdiği için de istenen yöndeki alıcılara hizmet etmesi sağlanmaktadır.

Şekil 17'de (c) durumunda da yine aynı sorun söz konusudur, paralel olan yüzeylerden birer tanesinde yutucu malzeme kullanıldığında S kaynağından çıkan ışının (b) durumundan daha kısa sürede ve herhangi bir yönlendirme yapmadan sönümlendiği görülmektedir, (b) ya da (c) durumu salondaki ihtiyaca göre kullanılacak çözümlerdir.

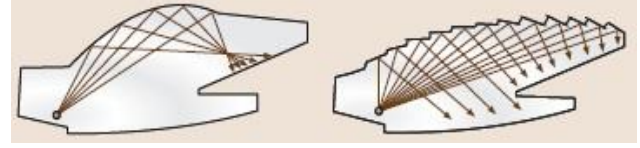


Şekil 17. Titreşimli ekoya sebep olan hacim (a), duvarlarında saçıcı malzeme kullanılmış hacim ve (b) duvarlarında yutucu malzeme kullanılmış hacim ve kaynaktan çıkan sesin davranışı (c) (Rossing, 2007:330).

Gölge, kaynaktan veya yansıtıcı bir yüzeyden alıcıya doğru giden sesin engellenmesidir (Long, 2006:588 ; Rossing, 2007:328). Özellikle balkon altlarındaki oturma alanında gölge oluşacağından, çalışmanın önceki bölümünde de

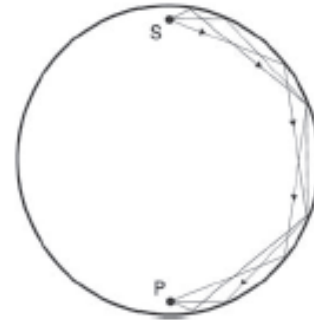
belirtildiği ve Şekil 2 ve Şekil 6'da gösterildiği gibi tedbirler alınmalıdır.

Odaklanma, iç bükey yüzeyler sebebiyle salonun belirli bölgelerinde ses enerjisinin toplanmasıdır (Rossing, 2007:332). Şekil 18'de genel tavan formunun devam ettirilmesi sırasında, yüzeylerin bölgesel olarak yeniden şekillendirilmesi gösterilmektedir.



Şekil 18. Solda gerçekleşen odaklanmayı engellemek ve alıcı alanına daha fazla katkı sağlamak için tavan panellerinin tasarlanması (Rossing, 2007:332).

Ses kaynağı dairesel bir alanda yüzeye yakın şekilde yerleştirildiğinde, sesin bir kısmı yüzeye çok az bir açı ile etkiyip birkaç kez yansımaktadır, böylece bütün hacmin yüzeyi boyunca yayılmaktadır. Hacmin diğer tarafında oturan bir alıcı dahi ortaya çıkan konuşmaları rahatlıkla Şekil 19'da gösterildiği gibi duyabilmektedir. Buna **fısıldayan galeri** adı verilmektedir (Long, 2006:249). Bu durumda da yine geometriyi uygun şekilde değiştirmek veya uygun malzeme ile tedbir almak çözüm olmaktadır.

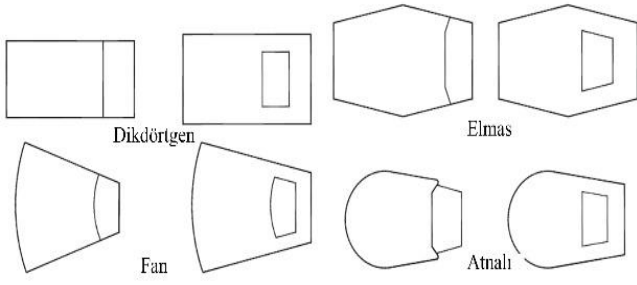


Şekil 19. Fısıldayan Galerisi (Balçı, 2007:121).

Akustik kusurların hepsi hacmin akustiğini, bu hacimdeki aktivitenin anlaşılabilirliğini ve işitsel konforu olumsuz etkileyeceğinden tasarım aşamasında dikkate alınmalı, tasarlanmış bir hacim ise; dış bükey formlarla desteklenerek, saçıcılık/yutuculuk kullanılarak, paralel ve/veya iç bükey yüzeylerden kaçınarak, en önemlisi de doğru tedbirin hangisi olduğuna karar vererek desteklenmelidir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Konuşma amaçlı salonlar; salonların boyutuna, salonlarda yapılacak aktiviteye, salonun fiziki şartlarına bağlı olarak birçok geometride veya farklı plan şemasında olabilmektedir. En yaygın olarak kullanılan salon tipleri Şekil 20'de gösterilmiştir.



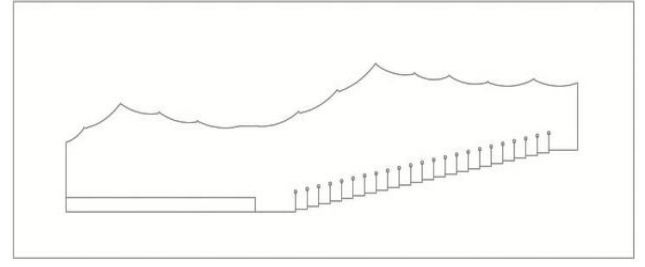
Şekil 20. Salonlar için temel plan formları (Ham, 1972:13).

Çalışmada kişi sayısı bakımından orta ölçekli (700 kişilik), aktivite bakımından konuşma amaçlı, en yaygın plan şeması olan dikdörtgen, fan ve elmas salon tipleri ele alınmıştır. Bu kapsamda dikdörtgen tipi salonların birinin en/boy oranı¹ diğerinin maksimum salon uzunluğu² literatürde belirtilenden farklı olacak şekilde iki salon tasarlanmıştır. Dikdörtgen salonlardan biri dikdörtgen 1x1 diğeri dikdörtgen 1x1.5 olarak nitelendirilmiş, anlatım kolaylığı ve anlaşılır olması açısından salonların hepsi numaralandırılmıştır; dikdörtgen 1x1 plan tipi: **Salon 1**, dikdörtgen 1x1.5 plan tipi: **Salon 2**, fan plan tipi: **Salon 3**, elmas plan tipi: **Salon 4**.

4.1. Salonların Özellikleri

Salonlar bahsi geçen 140° kuralı , maksimum salon uzunluğu, en/boy oranı, zemin eğimi, tavan panelleri ve yan duvar ışın analizi, oturma alanı; koltuk, koridor, sahne ölçüleri, ses ışın hesaplarına göre yapı elemanlarının (salon tavan panelleri, salon yan duvarları, salon arka duvarı, sahne tavan panelleri, sahne arka duvarı, sahne yan duvarları/panelleri), şekilleri ve boyutları; optimum çınlama süresini sağlamak için yapı elemanlarının (salon tavan panelleri, salon arka duvarı, salon yan duvarları, salon zemini, sahne tavan panelleri, sahne arka duvarı, sahne yan duvarları/panelleri, sahne zemini) bitiş malzemeleri göz önünde bulundurularak tasarlanmaya çalışılmıştır. Tasarlanan bu salonların Autodesk Autocad 2012 programında iki boyutlu (plan, kesit, zemin eğimi, görüş çizgileri vb.) çizimleri yapılmış ve Google Sketch Up 8 modelleme programı ile üç boyutlu modeli çıkarılmıştır.

Salonlar tasarlandıktan sonra, Salon 1 için tavan panelleri önce dış bükey olarak yerleştirilmiş (Şekil 21), dış bükey form ışın yansıtma bakımından daha verimli olmasına rağmen yapılan ışın analizleri (Şekil 23) ve hesaplanan gecikme süreleri (Şekil 22) sonucunda bu yansıtıcılarda bazı aksaklıklar olduğu ortaya çıkmıştır.

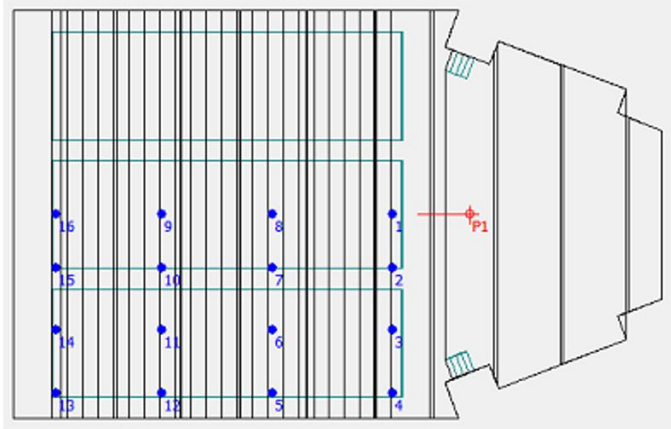


Şekil 21. Salon 1 için ilk tavan paneli denemesi-kesit (Çelebi Şeker, 2014).

Tasarlanan tavan panelleri dış bükey formda kullanılmış ancak özellikle sahnenin alıcılara bakan kısmında tavan panellerinde zemin ile paralellik olduğundan ışınlar salondaki alıcılara gerekli sürede ulaşamamıştır. Şekil 23'te görüldüğü gibi ışınlar ön panel ile zemin arasında birkaç kez yansdıktan sonra alıcılara ulaşmış, daha sonra da sahne panellerine ulaşıp sahne içinde sönmüştür.

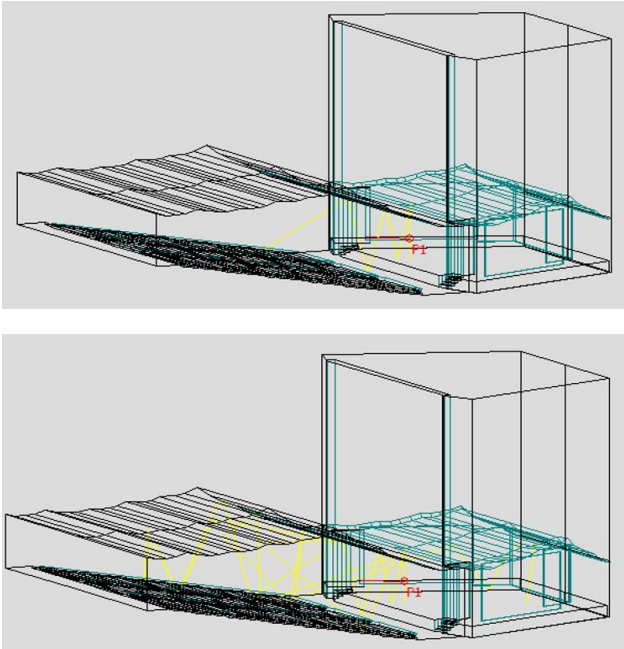
¹ Dikdörtgen salonlarda uzunluk genişlikten daha fazla olmalıdır (Mehta, 1999:232).

² Kaynak-alıcı arası maksimum mesafe 25 metreyi geçmemelidir (Mehta, 1999:232).

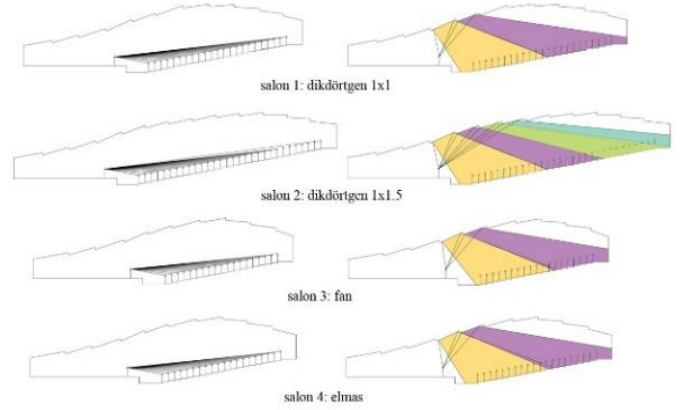


SALON 1x1 YAN DUVAR			SALON 1x1 TAVAN		
kaynak	alıcı	Gecikme süresi(ms)	kaynak	alıcı	Gecikme süresi(ms)
1	1	41,10465	1	1	8,866279
1	2	50,11628	1	2	8,139535
1	3	39,01163	1	3	6,30814
1	4	31,62791	1	4	4,738372
1	5	23,92442	1	5	8,72093
1	6	30,11628	1	6	9,883721
1	7	24,76744	1	7	10,69767
1	8	19,47674	1	8	10,93023
1	9	15,55233	1	9	9,563953
1	10	3,430233	1	10	9,476744
1	11	4,302326	1	11	8,982558
1	12	19,24419	1	12	8,459302
1	13	25,63953	1	13	3,69186
1	14	5,843023	1	14	3,895349
1	15	7,383721	1	15	3,982558
1	16	4,479167	1	16	4,011628

Şekil 22. Salon 1'de tasarlanan ilk tavan panelleri için kaynak-alıcı yerleşimleri ve gecikme süreleri (Çelebi Şeker, 2014).



Şekil 23. Salon 1'de tasarlanan ilk tavan panelleri için kaynaktan çıkan ve yansıyan ses ışınları



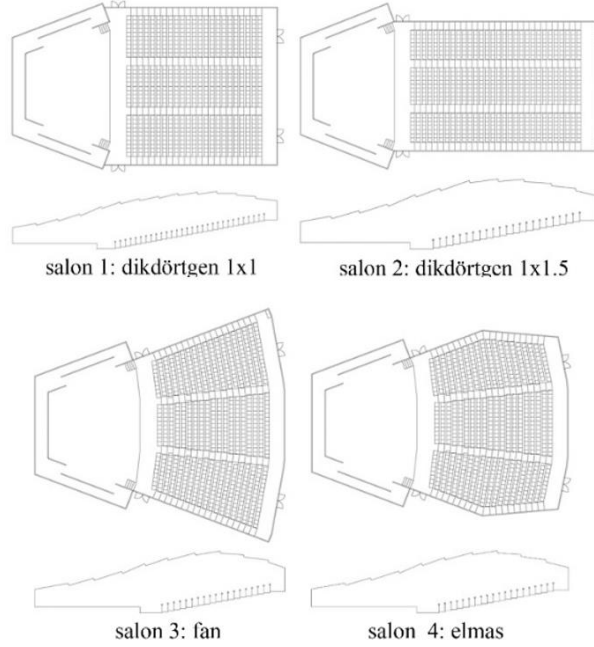
Şekil 24. Salonların görüş çizgileri ile belirlenmiş zemin eğimi ve tavan panellerine ait ışın analizleri

Aynı hesaplamalar her salon için yapılmış ve benzer sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sebeple tavan-zemin paralelliği kırılarak tavan panelleri yeniden tasarlanmış, yan duvarların birbirlerine paralelliği ise bir taraftaki duvara saçıcılık verilerek bozulmaya çalışılmıştır. Şekil 24'te gösterildiği gibi zemin eğimi için gerekli olan görüş çizgisi kontrolleri yapılmış, salon eğimi buna göre tasarlanmış, tavan panelleri için gerekli olan ışın analiz kontrolleri sağlanmış ve tavan panellerinin alıcılara yansıma göndermesine dikkat edilmiştir.

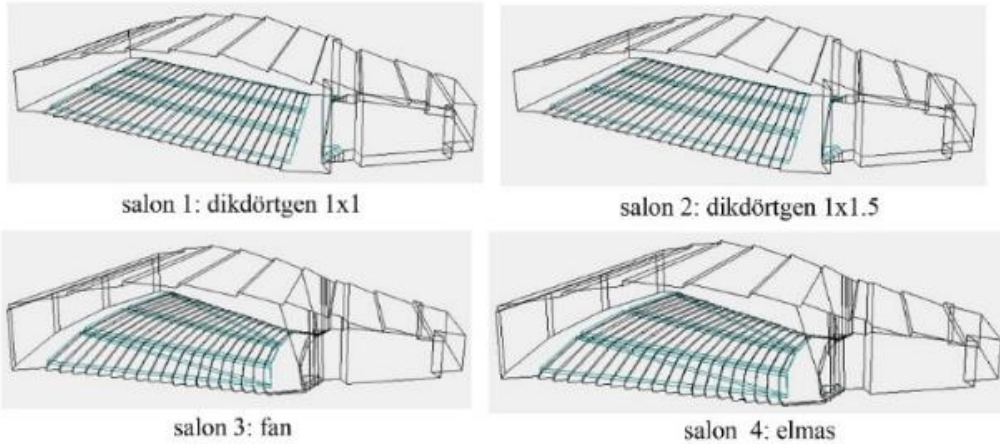
Sonuç olarak, özellikleri (Şekil 25), literatürde ve bu çalışmada bahsi geçen geometrik gereksinimler karşılanarak tasarlanmış salonların plan-kesitleri (Şekil 26) ve üç boyutlu modelleri (Şekil 27) ortaya çıkmıştır. Salonlardan salon 1, eni boyuna eşit yani literatürde belirtilen en-boy oranı ihlal edilerek, salon 2, uzunluğu 28 metre olarak yani salonların maksimum uzunluk kuralı ihlal edilerek, olması gerekenden farklı tasarlanmış, genişlik ve uzunluğun etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

SALON 1 dikdörtgen 1x1	SAHNE			SALON								
	yükseklik (m)	alan (m ²)	sahne hacim (m ³)	salon hacim (m ³)	kişi sayısı	salon kişi başı hacim (m ³)	salon+sahne kişi başı hacim (m ³)	alan (m ²)	kişi başı (m ²)	ortalama yükseklik (m)	ortalama en (m)	ortalama boy (m)
	3.8	165	627	2806	690	4.07	4.98	475	0.69	5.8	21.1	22.4
SALON 2 dikdörtgen 1x1.5	SAHNE			SALON								
	yükseklik (m)	alan (m ²)	sahne hacim (m ³)	salon hacim (m ³)	kişi sayısı	salon kişi başı hacim (m ³)	salon+sahne kişi başı hacim (m ³)	alan (m ²)	kişi başı (m ²)	ortalama yükseklik (m)	ortalama en (m)	ortalama boy (m)
	3.8	165	627	2807	690	4.07	4.98	486	0.70	5.8	17.33	28
SALON 3 fan	SAHNE			SALON								
	yükseklik (m)	alan (m ²)	sahne hacim (m ³)	salon hacim (m ³)	kişi sayısı	salon kişi başı hacim (m ³)	salon+sahne kişi başı hacim (m ³)	alan (m ²)	kişi başı (m ²)	ortalama yükseklik (m)	ortalama en (m)	ortalama boy (m)
	3.4	177	601.8	2779	696	3.99	4.86	467	0.67	5.8	24.3	19.2
SALON 4 elmas	SAHNE			SALON								
	yükseklik (m)	alan (m ²)	sahne hacim (m ³)	salon hacim (m ³)	kişi sayısı	salon kişi başı hacim (m ³)	salon+sahne kişi başı hacim (m ³)	alan (m ²)	kişi başı (m ²)	ortalama yükseklik (m)	ortalama en (m)	ortalama boy (m)
	3.4	177	601.8	2616	684	3.83	4.70	448	0.65	5.8	22.4	20

Şekil 25. Salonların özellikleri



Şekil 26. Tasarlanan salonların plan ve kesitleri



Şekil 27. Tasarlanan salonların üç boyutlu modelleri

4.2. Salonların Simülasyonu

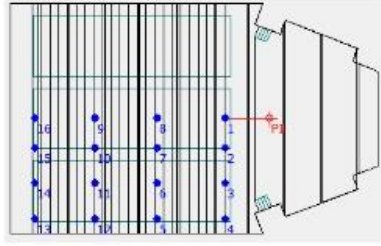
Çalışma kapsamında üç boyutlu modelleri çıkarılan salonlar, ODEON 10.0 Combined akustik simülasyon programına aktarılmıştır. Hesap metotları belirlenmeden önce, modeller program dahilinde 3D Geometry Debugger komutuyla kontrol edilmiş, üst üste binen yüzey olmadığı ve ışınların model dışına kaçmadığı tespit edilmiştir. Modellerin uygunluğu kontrol edildikten sonra simülasyon hesap parametreleri;

- ✓ Işının maksimum yansıma süresi:3000 ms
- ✓ Işının maksimum yansıma sayısı:2000
- ✓ Işın sayısı:program tarafından önerilen değer
- ✓ Sanal kaynakların yansıma derecesi:2
- ✓ Arka plan gürültü düzeyi: NC25

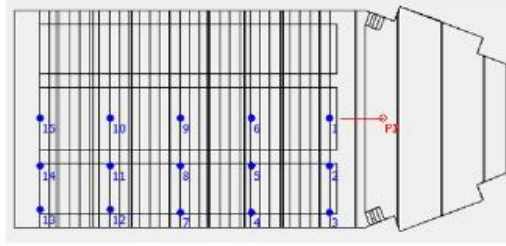
- ✓ Ortam sıcaklığı:20 °C
- ✓ Nem oranı:%50

olarak belirlenmiştir.

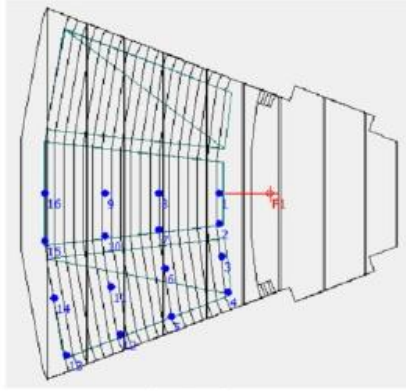
Salonlara 1 kaynak ve salonuna göre 15, 16, 17 tane alıcı, uygun şekilde yerleştirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Kaynak sahnenin ön ucuna 150 cm mesafe olacak şekilde orta aksına, 80 cm yükseklikteki sahne zemininden de 150 cm yüksekliğe (ayaktaki bir insanın yerden ağız seviyesi yüksekliği) yerleştirilmiştir. Alıcılar salonun her bölgesine yerden 112 cm yüksekliğe (oturan bir insanın yerden göz-kulak seviyesi yüksekliği) Şekil 28'de gösterildiği gibi homojen olarak konumlandırılmıştır. Salonun bir tarafında alıcılar olması yeterlidir, çünkü salonlar simetrik olduğundan aynı sonuçları verecektir.



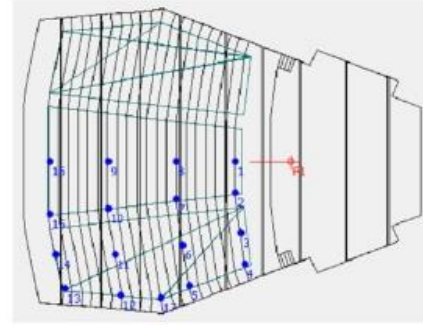
salon 1: dikdörtgen 1x1



salon 2: dikdörtgen 1x1.5



salon 3: fan










salon 4: elmas

Şekil 28. Salonların alıcı-kaynak dizilimleri

Salonun yüzey bitiş malzemeleri; çınlama süresi göz önünde bulundurularak hesaplamalarda Şekil 29'da belirtildiği gibi kabul edilmiştir. Bu malzemelere karar vermek için bazı hesaplama denemeleri yapılmış ve çınlama süresi açısından en uygun malzemelerin bunlar olduğuna karar verilmiştir. Özellikle arka duvara iç bükey olduğu için ve yan duvarlar paralel olduğu için sağ taraftakine saçıcılık değeri eklenmiştir.

Salonun zemini, oturma alanı ve arka duvar yutuculuk katsayısı daha yüksek malzemelerle (daha yutucu), yan

duvarlar, tavan panelleri, sahne zemini, sahne duvarları, sahne tavanı yutuculuk katsayısı daha düşük malzemelerle (yani yansıtıcı) kaplanmıştır. Bu malzemelerle optimum çınlama süresi ve ışın analizleri elde edilmiştir. Ayrıca simülasyon programı kapsamında salonun oturma alanı 1/3 ünün dolu olduğu, 2/3 ünün dolu olduğu ve boş olduğu durumlar göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmış, Şekil 29'da sadece boş olduğu durum (seyircisiz ağır döşemeli koltuk) gösterilmiştir.

	malzemelerin yutuculuk katsayıları	saçıcılık	malzeme adı																
salon zemin	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.08000</td><td>0.80000</td><td>0.24000</td><td>0.57000</td><td>0.69000</td><td>0.71000</td><td>0.73000</td><td>0.73000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.08000	0.80000	0.24000	0.57000	0.69000	0.71000	0.73000	0.73000	0,05	arkası yoğun köpüklü halı
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.08000	0.80000	0.24000	0.57000	0.69000	0.71000	0.73000	0.73000												
yan duvar	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.28000</td><td>0.28000</td><td>0.22000</td><td>0.17000</td><td>0.09000</td><td>0.10000</td><td>0.11000</td><td>0.11000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.28000	0.28000	0.22000	0.17000	0.09000	0.10000	0.11000	0.11000	sol tarafı 0,05 sağ tarafı 0,6	50 mm ayak üzerine 8 mm ahşap panel
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.28000	0.28000	0.22000	0.17000	0.09000	0.10000	0.11000	0.11000												
arka duvar	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.83000</td><td>0.83000</td><td>0.72000</td><td>0.80000</td><td>0.90000</td><td>0.87000</td><td>0.70000</td><td>0.70000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.83000	0.83000	0.72000	0.80000	0.90000	0.87000	0.70000	0.70000	0,6	500mm hava boşluğu 25mm cam yünlü %28 perforeli 5mm panel
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.83000	0.83000	0.72000	0.80000	0.90000	0.87000	0.70000	0.70000												
salon tavan	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.25000</td><td>0.25000</td><td>0.15000</td><td>0.10000</td><td>0.08000</td><td>0.06000</td><td>0.05000</td><td>0.05000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.25000	0.25000	0.15000	0.10000	0.08000	0.06000	0.05000	0.05000	0,05	arkada büyük bir hava boşluğu olan 12 mmlik ahşap panel
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.25000	0.25000	0.15000	0.10000	0.08000	0.06000	0.05000	0.05000												
oturma	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.72000</td><td>0.72000</td><td>0.79000</td><td>0.83000</td><td>0.84000</td><td>0.83000</td><td>0.79000</td><td>0.79000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.72000	0.72000	0.79000	0.83000	0.84000	0.83000	0.79000	0.79000	0,7	seyircisiz ağır döşemeli koltuk
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.72000	0.72000	0.79000	0.83000	0.84000	0.83000	0.79000	0.79000												
sahne zemin	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.20000</td><td>0.20000</td><td>0.15000</td><td>0.10000</td><td>0.08000</td><td>0.07000</td><td>0.05000</td><td>0.05000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.20000	0.20000	0.15000	0.10000	0.08000	0.07000	0.05000	0.05000	0,05	ahşap sahne döşemesi
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.20000	0.20000	0.15000	0.10000	0.08000	0.07000	0.05000	0.05000												
sahne duvar	 <table border="1"> <tr> <td>63 Hz</td><td>125 Hz</td><td>250 Hz</td><td>500 Hz</td><td>1000 Hz</td><td>2000 Hz</td><td>4000 Hz</td><td>8000 Hz</td> </tr> <tr> <td>0.01000</td><td>0.01000</td><td>0.05000</td><td>0.05000</td><td>0.04000</td><td>0.04000</td><td>0.04000</td><td>0.04000</td> </tr> </table>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	0.01000	0.01000	0.05000	0.05000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000	0,05	7 cm kalınlığında masif ahşap
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz												
0.01000	0.01000	0.05000	0.05000	0.04000	0.04000	0.04000	0.04000												

Şekil 29. Salonların yüzey bitiş malzemeleri

4.3. Salonların Hesaplama Yorumları

Salonların simülasyon programında hesaplanan akustik parametreleri için elde edilen sonuçlarda ortaya çıkan farklılıklar bir kez daha göstermektedir ki salon geometrisi ve tasarımı akustik performans üzerinde etkili olmaktadır. Hesaplama sonuçlarına göre;

- ✓ Salon 2'nin ön kısmındaki alıcılara, tavan ve yan duvarların katkısıyla, genişliği daha az olduğundan yan al yansımaları daha iyi almakta ve salon 2'de parametreler optimuma daha yakın değerler sergilemekte, genişliği diğer salonlardan daha az olduğundan salonun genelinde ortalama enerji en yüksek bu salonda görülmektedir.
- ✓ Genişliği fazla olan salonlar uzun yansıma yoluna sahip olduğundan değerler düşük, optimumdan biraz daha uzaktır. Yani genişliği boyuyla aynı olan dikdörtgen salonlarda (salon 1 gibi) genel olarak değerler, diğer tip dikdörtgene (salon 2) göre istenmeyen noktalardadır. Uzun dikdörtgen salonda (salon 2) ön ve ortadaki alıcılarda problem yaşanmazken, salon uzunluğu 25 metreyi aştığından arkadaki alıcılarda, geniş dikdörtgen salonda özellikle orta akstaki alıcılarda değerler olması gerekenden uzaktır.
- ✓ Fan salon tipinde, ön yan alıcılara oranla daha iyi değerler vermektedir, ancak orta akstaki alıcıların sadece tavandan beslenmesi, yan duvarlardan fazla yansıma alamaması sebebiyle orta akstaki alıcıların sahip olduğu değerler, diğer salonlara göre biraz daha optimumdan uzaktır. Ayrıca salonun ortalama enerjisi de daha düşüktür.
- ✓ Elmas salon tipinde ise kırılan arka yan duvar katkısı sebebiyle yan duvar yansımaları alıcılara

fazlasıyla ulaşmakta salonun ortalama enerjisi yüksek olduğundan bazı parametre değerlerinde optimuma yakınsama söz konusuysen, çoğu paramterelerde enerji fazlalığından dolayı optimumdan uzaklaşmaktadır.

4.4. SONUÇ

Salonların geometrisini oluşturan oturma alanı, sahne, yansıtıcı paneller vb. öğelerin akustik performansı ve konforu etkilediği göz önünde bulundurulmalı, akustik anlamda konuşma anlaşılabilirliğinin sağlanması için bu öğelerin uygun şekilde konumlandırılması, tasarlanması gerekmektedir. Salonlardaki geometrik ve fiziksel farklılıklar akustik parametrelerde de farklılıklara yol açmaktadır. Hacmin genişliği, uzunluğu, en/boy oranı, hacimde paralel yüzeylerin bulunması, yan duvar katkısı, yan duvarların açısı ve tavan panellerinin şekli; erken yansımaları, yan al yansımaları, gecikmiş yansımaları, toplam ses enerjisini ve dolayısıyla da konuşma için önemli olan akustik parametrelerin değerlerini etkilemektedir.

Bu çalışmanın sonucu olarak; üç farklı tipteki (dikdörtgen-fan-elmas), dört farklı (salon1-salon2-salon3-salon4) plana sahip salonlarda geometriye bağlı olarak akustik performansın nasıl etkilendiği değerlendirilmiştir. Özellikle dikdörtgen plan tipinde kaynak pozisyonuna göre salonun oturma alanının eni ve boyu birbirine eşit olmamalı ve/veya oturma alanının boyu 25 metreden fazla olmamalıdır. Birbirine paralel olan yansıtıcı yüzeyler kullanmaktan kaçınılmalı ya da saçıcılık ile bu yüzeylerin paralelligi bozulmalıdır. Ayrıca odaklanmaya sebep olan iç bükey yüzeyler kullanılmışsa, saçıcı ve/veya yutucu bir malzeme ile kaplanmalıdır. Fan plan şemalı salonların yan duvar yansımalarının özellikle orta akstaki alıcılara için zayıf

olduğu, daha çok tavandan beslendiği unutulmamalı, tavan panelleri bu kaygıyla tasarlanmalıdır. Elmas plan şemalı salonlarda kırılan arka yan duvarların enerji katkısından dolayı artan enerji; malzemelerle ya da diğer yapı elemanlarıyla alınacak tedbirlerle kontrol altında tutulmaya çalışılmalıdır. Çünkü salonlardaki fazla enerji, geciken, devam eden yansımalar demektir ve bu da salonlarda uzun gecikmiş yansımalara ve ekoya sebep olabilmektedir.

Hesaplamalar ve değerlendirmeler tekrar göstermektedir ki, herhangi bir formun diğerine bir üstünlüğü yoktur, bazı parametrelerde bir plan tipi verimliyken diğer parametre için diğer plan tipi elverişli olabilmektedir. Salonlarda enerjinin çok düşük olması veya çok yüksek olması avantaj da olabilir dezavantaj da. Önemli olan formun getirdiği katkı ve/veya olumsuzlukları bilerek tedbir almak veya en baştan buna göre tasarım yapmaktır. Gerekli hesaplamaların yapılarak, salonlardaki yanal yansımalar, tavan yansımaları, zemin eğimleri, görüş çizgileri, malzemeler kontrol edilerek ve akustik kusurlar göz önünde bulundurularak salonlar tasarlanırsa veya tasarlanmış olan salonda uygun tedbirler alınır, hangi form kullanılırsa kullanılsın optimum değerler ve kullanıcı için esas olan, başta işitsel olmak üzere, konfor şartları sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Balcı, H. (2007). *Antalya Cam Piramiti'nin Hacim Akustiğinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Barron, M. (1993). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. E & FN SPON.

Çelebi Şeker, N.N. (2014). *Salonların Mimari Tasarımının Akustik Performansa Etkileri: Dikdörtgen, Fan ve Elmas Salon Örnekleri* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ham, R. (1972). *Theatre Planning*. Architectural Press.

Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*. Elsevier Academic Press.

Mehta, M., Johnson, J. & Rocafort, J. (1999). *Architectural Acoustics Principles and Design*. Prentice Hall.

Rindel, J.H. (1999). *Acoustic Design of Reflectors*. Department of Acoustic Technology Technical University of Denmark.

Rossing, T.D. (2007). *Handbook of Acoustics*. Springer Science+Business Media.

Strong, J. (2010). *Theatre Buildings*. Routledge Taylor & Francis Group.

Isıl İşlemin Bazı Geniş Yapraklı Ağaç Türlerinde Eğilme Direnci Üzerine Etkilerinin Taguchi Metodu Kullanılarak İncelenmesi

Abdullah Beram ^{1*} 

Özet: Taguchi metodu, hedef değere ulaşmak için yapılacak olan deney sayısını azaltarak, ürün ve süreçte oluşabilecek değişkenliği en aza indirmeye çalışan bir deney tasarımı yöntemi olup, uygulamalarda zaman ve maliyet kazancı sağlamaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde yayılışı bulunan doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) türlerine 160, 180 ve 200 °C sıcaklıklarda, 2, 4 ve 6 saat süreyle ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sonrasında, örneklere eğilme direnci testleri yapılmış, ısıl işlem sırasındaki sıcaklık ve süre farklılıklarının ağaç malzemenin eğilme direnci üzerine etkileri Taguchi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Taguchi metodunun uygulamasında, amaca uygun faktör ve seviyeler belirlenerek, L9 (3³) ortogonal dizisi deney planı olarak seçilmiştir. Deneysel bulgulara S/N oranına göre hesap tablosu uygulanmış, varyans analizi ve Taguchi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, istatistiksel analizler sonrasında elde edilen en iyi değer meşe türünde 160 °C'de 2 saatlik uygulama ile sağlanacağı tahmin edilmiştir. Yapılan doğrulama deney sonucu, analiz sonucu ile tutarlılık göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Taguchi metodu, ısıl işlem, ortogonal dizin, kayın, meşe, adi dişbudak.

Investigation of Effects of Heat Treatment on Bendings Strength of Some Broadleaf Trees Species by Using Taguchi Method

Abstract: The Taguchi method is an experiment design method that tries to minimize the variability that may occur in the product and process by reducing the number of experiments to be performed to reach the target value, and aims to provide time and cost savings in applications. In this study, heat treatment was applied to beech (*Fagus orientalis* L.), oak (*Quercus robur* L.), ash (*Fraxinus excelsior* L.) species, which are spread in our country, at 160, 180 and 200 °C for 2, 4 and 6 hours. The effects of temperature and time differences on the bending strength of wood material in heat treatment were investigated using Taguchi method by performing bending resistance tests of the samples after heat treatment. In the application of the Taguchi method, factors and levels suitable for the purpose were determined and the L9 (3³) orthogonal array was chosen as the experiment plan. The results of the experiments were analyzed using the analysis of variance and Taguchi methods with a spreadsheet applied according to the S/N ratio. According to the results, after the statistical analysis, it was estimated that the best value obtained was oak wood in 160 °C for 2 h of heat treatment. The validation experiment result showed that it was consistent with the analysis result.

Keywords: Taguchi method, heat treatment, orthogonal array, beech, oak, ash.

¹**Address (Adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu yazar):** abduallahberam@isparta.edu.tr

Citation (Atıf): Beram, A. (2021) Isıl İşlemin Bazı Geniş Yapraklı Ağaç Türlerinde Eğilme Direnci Üzerine Etkilerinin Taguchi Metodu Kullanılarak İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 55-60.

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yüzyıllardır doğal, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir malzeme olan ağaç malzemeyi yaşamının her alanında kullanmaktadır (Yıldız, 2002; Dagbro, 2016; Yaşar vd., 2010; 2017; Beram ve Yaşar, 2018; Güler ve Yaşar, 2018). Ağaç malzemeler biyolojik yapısı nedeniyle tahrir faktörlerine ve biyotik faktörlere (fungus, böcek, termit vb.) karşı dayanıklı değildir. Ayrıca bu malzemeler anizotropik yapısı itibarıyla kullanım alanlarında çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Berkel, 1972; Aydemir ve Gündüz, 2009; Tomak vd., 2014).

Isıl işlem, ağaç malzemenin özelliklerini iyileştirmek ve geliştirmek için son yıllarda sıklıkla kullanılan çevre dostu yöntemlerden birisidir. Isıl işlem uygulamaları temelde iki amaç için kullanılmaktadır. Bunlar; ağaç malzemenin denge rutubet miktarını azaltarak boyutsal kararlılık kazandırmak ve malzemeye zarar verebilecek biyotik faktörlere karşı direnci arttırmaktır (Rapp and Sailer, 2000; Hill, 2006; Yaşar, 2009; Akkılıç vd., 2014; Yaşar vd., 2020).

Deney Tasarımı, 1920'li yıllarda ünlü İngiliz istatistikçi Sir Ronald Fisher tarafından ilk olarak tarım alanında yapılan çalışmalara uygulanmış ve geliştirilmeye başlanmıştır (Gökçe ve Taşgetiren, 2009). Deney tasarımının temel amacı, belli bir sürecin davranışları hakkında bilgi edinmeyi sağlayarak bu süreci etkileyen faktörleri saptamak ve iyileştirilmesi için gerekli olan faktör seviyelerini belirlemektir. İmalat süreç performanslarının iyileştirilmesi, süreçlerin geliştirilmesi, yeni ürünlerin geliştirilmesi gibi çoğu mühendislik çalışmasında deney tasarımı kritik bir önem göstermektedir (Montgomery, 2017).

Günümüzde birçok alanda geleneksel deney tasarımı yerine istatistiki yöntemlere dayalı istatistiksel deney tasarımları kullanılmaktadır. İlk olarak Japon kalite yönetim uzmanı Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilen Taguchi deney tasarımı, bu alanda en fazla bilinen ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntem; ürüne veya sürece ait faktörlerin iyileştirilmesi, kalite sürekliliğinin sağlanabilmesi gibi önemli parametreleri esas alarak, hedef değere ulaşmak için yapılacak olan deney sayısını azaltmayı ve kontrol edilemeyen faktörleri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle, uygulamalarda zaman ve maliyet kazancı sağlanmaktadır (Taguchi vd., 2005; Yazıcı, 2010; Alhalabi ve Sabır, 2011). Bu yöntem ile elde edilen deney çıktıları Sinyal/Gürültü (S/G) oranına çevrilerek değerlendirilmektedir. Kalite boyutunda hedeflenen değer doğrultusunda S/G oranı minimum değer en iyi, maksimum değer en iyi, nominal değer en iyi olacak şekilde hesaplanmakta ve analiz edilmektedir (Savaşkan vd., 2004).

Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'da genel yayılış gösteren Doğu kayını, ülkemiz ormanlarında en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde yapmaktadır. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer bulunan bu tür, Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos Dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde de yerel olarak bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002). Ülkemizde doğu kayını kapladığı 1.9 milyon ha alan bakımından dördüncü sırada yer almakta ve toplam ormanlık alanının yaklaşık % 8,5'ini oluşturmaktadır (OGM, 2015). Dolgun ve düzgün gövdeli birinci sınıf orman ağacı olarak oldukça geniş kullanım alanına sahip olan bu tür, parke ve dekorasyon ürünleri imalatı, araba ve otobüs karoseri yapımı ile mobilya üretimi yanı sıra birçok farklı sektörde kullanılmaktadır (Tomak, 2011).

Adi Dişbudak, Kuzey Yarım Kürenin ılıman ve nadir olarak subtropik ve tropik yerlerinde yayılış gösteren geniş yapraklı bir türdür. Avrupa, Kırım, Kafkasya ve özellikle Britanya'da yayılış göstermekte olan bu tür, ülkemizde Trakya, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi, Marmara ve Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır (Yalırık, 1978). Ülkemiz ormanlarında yaklaşık 14410 ha alanda yayılış göstermekte ve genel ormanlık alan içindeki payı %1'den daha azdır (OGM, 2015). Düzgün gövdesi ve kaliteli odunu sayesinde orman ürünleri sektöründe kıymetli ağaç türleri arasında yer almaktadır.

Meşe türleri, ülkemizde gerek tür zenginliği gerekse kapladığı alan bakımından orman ürünleri sektöründe oldukça büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde 5.8 milyon ha'lık yayılışa sahip olan meşe türleri ülke ormanları içerisinde %26'lık bir paya sahiptir (OGM, 2015). Sapsız meşe ülkemizde yetişen 18 meşe türünden bir tanesidir. Kuzey Yarım Kürede yayılışı bulunan bu tür, Rusya, İran ABD ve Kanada'nın yanı sıra ülkemiz ormanlarının hemen hemen her yerinde bulunmakta ve özellikle Trakya, Marmara çevresi ile Karadeniz ormanlarında oldukça geniş yayılış göstermektedir (Hammond vd., 1969). Düzgün gövde yapısı ve tepe tacının kısalığı gibi özellikleriyle sapsız meşe, orman ürünleri sektöründe geniş pazar payı bulunan meşe türlerinin başında gelmektedir (Şahin, 2016).

Bu çalışmada, doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odun örneklerine farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem sonrasında, örneklerin eğilme direnci deneyleri yapılarak ısıl işlem sırasında gerçekleşen sıcaklık ve süre farklılıklarının ağaç malzemenin eğilme direnci üzerine etkileri Taguchi yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışma materyalini ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odunları oluşturmaktadır. Deney örnekleri 2019 yılında Çizelge 1’de yer alan lokasyonlardan kesilen orman ağaçlarından elde edilmiştir.

Çizelge 1: Odun örneklerinin elde edildiği ağaç türlerine ait genel bilgiler

Ağaç türü	Lokasyon	Rakım (m)	Boy (m)	Çap (cm)
Doğu kayını	Bulancak/Giresun	1125	16.6	51
Sapsız meşe	Mut/Mersin	692	14.3	44
Adi dişbudak	Merkez/Isparta	968	12.8	38

Kereste haline getirilen ağaç malzemeler hava kurusu hale gelinceye kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra keresteler işlenerek örnek hazırlama öncesinde 20 °C ve %65 bağıl nemde %12’ye ulaşıncaya kadar iklimlendirme dolabında tutulmuştur.

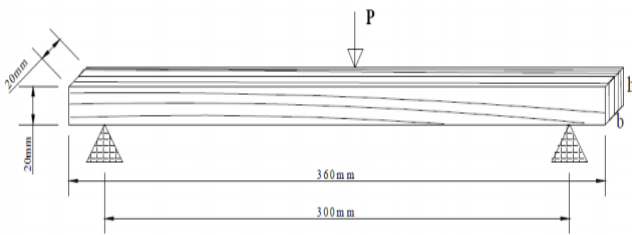
2.2. Metot

Isıl İşlem

Doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak odunlarına ait örnekler laboratuvar ortamında etüvde 160 °C, 180 °C ve 200 °C’de 2, 4 ve 6 saat süreyle ayrı gruplar halinde ısıtılma tabi tutulmuştur.

Eğilme Direnci Deneyleri

Eğilme direnci denemeleri TS 2474’e (2005) uygun olarak hazırlanan 20x20x360 mm boyutlarındaki örnekler üzerinde yapılmıştır. Denemelerde dayanak noktalarının açıklığı 300 mm olarak alınmış ve kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) okunup eğilme direnci (ED) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Eğilme direnci ölçümü için TS EN 325 (2012)’e uygun olan universal test cihazı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Eğilme direnci testi uygulaması ve örnek boyutları

$$ED = \frac{3xP_{max}L}{2xbxh^2}$$

Burada;

ED = Eğilme direnci (N/mm²),

P_{max} = Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N),

L = Dayanaklar arası açıklık (mm),

b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade etmektedir.

3. TAGUCHİ L9 DENEY TASARIMI

Faktör Düzeylerinin Belirlenmesi

Deney tasarımının amacı hedef, sonuçlar ve bu sonuçlardan meydana gelen sapmaları doğru bir şekilde analiz etmek için kullanılan deney grubunu etkili bir şekilde planlamaktır. Bu amaçla çeşitli deney tasarım matrisleri oluşturulmaktadır. Yapılan çalışmada, ısıl işlemin etkilerini ağaç türü, ısıl işlem sıcaklığı ve ısıl işlem süresi faktörlerini kullanarak her biri üç seviyeli biçimde tasarlanmıştır. Çizelge 2’de çalışmada kullanılan kontrol faktörleri ve seviyeleri gösterilmiştir.

Çizelge 2. Uygulamada kullanılan faktörle ait bilgiler

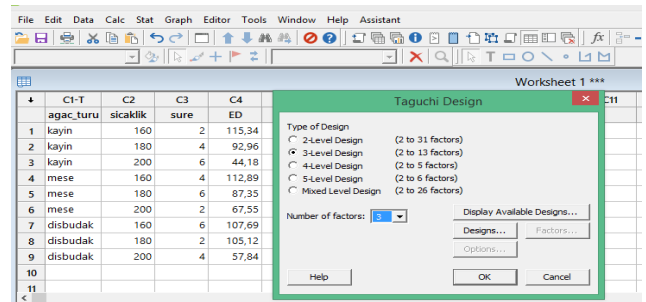
Faktörler/Seviyeler	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Ağaç Türleri	Doğu Kayını	Sapsız Meşe	Adi Dişbudak
Sıcaklık (°C)	160	180	200
Süre (saat)	2	4	6

Faktör ve Etkileşimlerin Kolonlara Yerleştirilmesi

Normal şartlarda, 3 faktör 3 düzeyli bir çalışma olan bu çalışmada Tam Faktöriyel Deney Tasarımı gereğince 3³ =27 deney yapılması gerekmektedir. Taguchi metoduna göre bir tasarım yapıldığında, 9 deney ile ısıl işlemin etkilerini belirlemenin yeterli olacağı düşünülmüştür. Faktörler kolonlara yerleştirilerek, Taguchi Deney Tasarım yapısı ortaya konulmuştur (Çizelge 3; Şekil 2).

Çizelge 3. Taguchi L9 ortogonal deney tasarımı matrisi

Deney No	Faktör A	Faktör B	Faktör C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2



Şekil 2. Minitab veri ekranı

Sonuçların Analiz Edilmesi

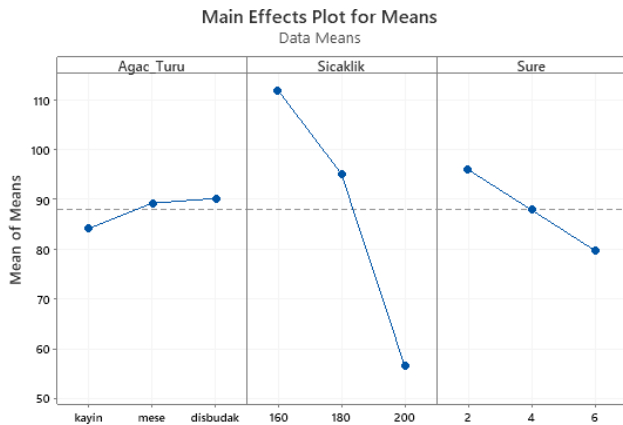
Minitab 18 programından alınan Taguchi deney analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Minitab program çıktısı

Taguchi Design			
Taguchi Orthogonal Array Design			
Taguchi L9(3 ³)			
Array			
Factors:	3		
Runs:	9		
Columns of L9(3 ⁴) array:	1 2 3		
Taguchi Analysis: Egilme versus Agac_Turu; Sicaklik; Sure			
Response Table for Signal to Noise Ratios			
Larger is better			
Level	Agac_Turu	Sicaklik	Sure
1	37,84	40,98	39,42
2	38,82	39,54	38,55
3	38,77	34,91	37,46
Delta	0,99	6,06	1,96
Rank	3	1	2
Response Table for Means			
Level	Agac_Turu	Sicaklik	Sure
1	84,16	111,97	96,00
2	89,26	95,14	87,90
3	90,22	56,52	79,74
Delta	6,06	55,45	16,26
Rank	3	1	2
Predicted values			
Prediction			
S/N Ratio	Mean		
42,2681	121,48		
Settings			
Agac_Turu	Sicaklik	Sure	
mese	160	2	

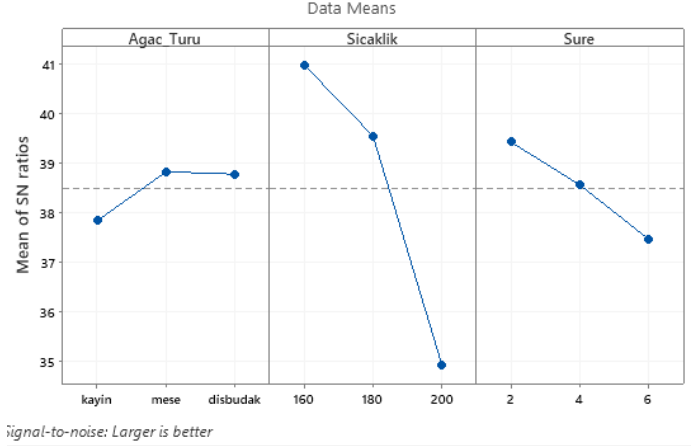
Şekil 3'te ortalamaların ve Şekil 4'te ise S/N oranının sonuçları verilmiştir. Şekil 3'teki ortalama sonuçları değerlendirildiğinde, sıcaklığın en önemli faktör olduğu görülmektedir.

S/N oranının sonuçlarına baktığımızda ise daha yüksek S/N oranı daha iyi kalite özelliklerine karşılık gelmektedir. Bu sebeple süreç parametrelerinin optimal seviyesini en yüksek S/N oranına sahip seviye belirlemektedir (Pınarbaşı, 2020). Ağaç malzemede eğilme direncinin yüksek olması istenen bir özelliktir. Bu nedenle, S/N oranı seçiminde "larger is better" seçimi tercih edilmiştir.



Şekil 3. Ortalamaların sonuç grafiği

Main Effects Plot for SN ratios



Signal-to-noise: Larger is better

Şekil 4. S/N oranının sonuç grafiği

Şekil 4'e göre en uygun kombinasyonun ağaç türü meşe, sıcaklık 160 °C ve süre 2 saatin sağladığı görülmektedir.

Doğrulama Deneylerinin Yapılması

Minitab program verilerine göre en uygun kombinasyon belirlenmiştir. Belirlenen kombinasyon için doğrulama deneyleri yapılmıştır. Analiz sonucundaki ortalamalar ile doğrulama deneylerinin ortalamalarının birbiri ile uyumlu olduğu Çizelge 5'te görülmektedir.

Çizelge 5. Doğrulama deneyi sonuçları

Deney	Deney ortalaması	Minitab Tahmini Ortalama
Meşe/ 160 °C / 2 saat	121.23	121.48

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, doğu kayını, sapsız meşe ve adi dişbudak türlerine 160, 180 ve 200 °C sıcaklıklarda, 2, 4 ve 6 saat süreyle uygulanan ısıl işlemin eğilme direnci üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan uygulama sonrası elde edilen sonuçlar Taguchi metodu ile analiz edilerek değerlendirilmiştir. Hem deney sayısı azaltılmış hem de istenen sonuçlara oldukça yakın sonuçlar metotta tahmin edilerek elde edilmiştir. Sıcaklık en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Doğrulama deneyleri sonunda, yapılan mekanik deney ve Taguchi metodu tahmin uygulamasından elde edilen eğilme direnci değerleri birbir uyumlu çıkmıştır.

Üretimde, bilimsel metotların kullanılması zaman ve maliyet açısından önem arz etmektedir. Deney tasarım metotları, gün geçtikçe artan rekabet ve piyasa koşullarında önemli bir role sahip olmaktadır. Isıl işlem gerek enerji gerekse zaman olarak işletmelere büyük maliyetleri olan bir uygulamadır. Bu şekilde maliyetli olan uygulamalarda istatistiksel tabanlı analizlere dayalı çalışmaların yapılması işletmelere önemli derecede katkı sağlayabilmektedir. Taguchi metodu, ürüne doğrudan müdahale yerine deney tasarım aşamasında uygulandığı için üretim öncesi üreticilere bilgi sağladığından büyük avantaj sağlamaktadır.

Nitekim çalışmamızda da elde edilen veriler Taguchi metodu tahminleri ile uyumlu çıkmıştır. Bu durum,

çalışmada yapılması planlanan örnek sayısını düşürerek zaman ve maliyetten kazanç elde edilmesini sağlamıştır. Bu istatistiksel metotların bilinmesi ve kullanılmasının, endüstriyel üretimin bir adım daha ileriye gitmesinde katkı sağlayabileceğinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkılıç, H., Kaymakçı, A., Ünsal, Ö. (2014). Isıl işlem uygulanmış ahşap malzemenin dış cephe kaplaması olarak değerlendirilme potansiyeli, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3-4.
- Alhalabi, K., Sabır, E.C. (2011). Anti Statik Yağın İplik Kalite Parametrelerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 26/2, 19-32.
- Anşin, R., Özkan, Z. C. (1997). Tohumlu Bitkiler (*Spermatophyta*) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Aydemir, D., Gündüz, G. (2009). Ahşabın Fiziksel, Kimyasal, Mekaniksel ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Isıyla Muamelenin Etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11 (15), 71-81.
- Beram, A., Yaşar, S. (2018). NaOH ile Modifiye Edilmiş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarının Levha Üretimindeki Performansı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9, 187-196.
- Berkel, A. (1972). Ağaç Malzeme Teknolojisi Cilt II: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 183, 386s, İstanbul.
- Dagbro, O. (2016). Studies on Industrial-Scale Thermal Modification of Wood, Doctoral dissertation, Luleå University of Technology.
- Gökçe, B., Taşgetiren, S. (2009). Kalite İçin Deney Tasarımı”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 6/1, 71-83.
- Güler, G., Yaşar, S. (2018). Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odununun Bazı Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi ve Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20, 184-193.
- Hammond, J. J, Donnely, E. T., Harrod, W. F., Rayner, N. A (1969). Woodworking technology, McKnight Publishing Company, 74-76.
- Hill, C.A.S. (2006). Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, John Wiley & Sons Ltd., London. <http://dx.doi.org/10.1002/0470021748>.
- Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons Inc., USA.
- OGM. (2015). Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Pınarbaşı, A. (2020). Taguchi metodu nedir. <https://www.muhendisbeyinler.net/taguchi-metodu-nedir/> (Son erişim tarihi: 25.02.2021)
- Rapp, A.O. Sailer, M. (2000). Heat treatment of wood in Germany-State of the art, Proceedings of the Seminar on Production of Heat Treated Wood in Europe, Helsinki.
- Savaşkan, M., Taptık, Y., Ürgen, M. (2004). Deney Tasarımı Yöntemi ile Matkap Uçlarında Performans Optimizasyonu, İTÜ Dergisi/d, Cilt: 3/6, 117-128.
- Şahin, A. (2016). Marmara Bölgesindeki meşe ormanlarının yayılışı, işletme amaçları ve planlanması. Orman Genel Müdürlüğü Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştay Bildiriler Kitabı, 18-20 Ekim, İğneada – Kırklareli, s. 27-51.
- Taguchi, G., Chowdury, S., Wu, Y. (2005). Taguchi's quality engineering handbook. ASI consulting group, LLC, Livonia, Michigan, ISBN 0-471-41334-8.
- TS 2474, (2005). Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS-EN 325, (2012). Ahşap Esaslı Levhalar Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.
- Tomak, E., D. (2011). Masif Odundan Bor İşleminin Yıkınmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri ile Emprenye İşleminin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tomak, E.D., Ustaomer, D., Yıldız, S., Pesman, E. (2014). Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering., Elsevier Journal, Measurement 53, 30–39.
- Yaltırık, F. (1978). Türkiye'deki Doğal Oleaceae Taksonlarının Sistemik Revizyonu”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 2404.
- Yaşar, S. (2009). Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.) Ekstraktif Maddelerinde Isıl İşlem Uygulanması Sonucu Oluşan Renk Değişimleri Üzerine Araştırma. Turkish Journal of Forestry , 10 (1) , 95-100
- Yaşar, S., Güntekin, E., Cengiz, M., Tanrıverdi, H. (2010). The correlation of chemical characteristics and UF Resin ratios to physical and mechanical properties of particleboard manufactured from vine prunings. Scientific Research and Essays, 5, 737-741.
- Yaşar, S., Beram, A., Güler, G. (2017). Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odunu Fenolik Ekstraktifleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 73-78.
- Yaşar, S., Uz, A., Beram, A. (2020). Isıl İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarından Üretilen Levhaların Bazı Özellikleri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (1): 14-20.
- Yazıcı, D. (2010). Halı Üretiminde Elyaf Boyama Prosesinin Deneysel Tasarım Metoduyla

İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Yıldız, S. (2002). Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, Trabzon.

Entegre Katı Atık Yönetimi; İnegöl Örneği

Mehmet Beyhan^{1*} , Rıdvan Gödel² 

Özet: Ekonomik ve teknolojik gelişimle beraber katı atık oluşum miktarlarında görülen artış su, toprak ve hava üzerinde çeşitli zararların oluşmasına neden olmaktadır. Bu zararları en aza indirebilmek için toplumlar sahip oldukları atık özelliklerine göre en uygun atık yönetim sistemlerini geliştirmek ve uygulamak durumundadır. Bu çalışmada Bursa ili İnegöl ilçesi için uygulanmakta olan mevcut katı atık yönetim sistemi uygulamaları değerlendirilerek tespit edilen bulgular ışığında İnegöl ilçesi için en uygun katı atık yönetimi sistemi önerileri geliştirilmiştir. Çalışmada, İnegöl ilçesinin ekonomik, jeopolitik ve toplumsal özellikleri ve güncel katı atık karakterizasyon verileri saha çalışmaları yapılarak değerlendirilmiştir. İlçedeki katı atık yönetim sorunları ortaya konulmuş ve sanayi işletmeleri bakımından zengin olan ilçe için en uygun entegre katı atık yönetim sistemi önerisi geliştirilmiştir. Bursa ili İnegöl ilçesi özelinde oluşturulan entegre katı atık yönetim sistemi ile bölgede yaşanan katı atık kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılması ve atıkların en uygun şekilde değerlendirilerek yönetilmesi sayesinde bölge ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda özellikle ambalaj atıklarının etkin bir şekilde geri kazanılması ve değerlendirilmesi, mekanik biyolojik ayırma ünitesinin kurularak, organik içerikli atıkların kompost ve gazlaştırma üniteleri yardımıyla değerlendirilmesi ile mevcut depo sahasının ömrünün uzatılmasının İnegöl için en uygun katı atık yönetim çözümü olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında İnegöl'de bulunan sanayi bölgelerinden kaynaklı tehlikeli atıkların da ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda yönetiminin tesis edilmesi ve diğer katı atıklarla karıştırılmasının önlenmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Katı atık, atık yönetimi, atık karakterizasyonu, geri kazanım, kompost.

Integrated Solid Waste Management; Inegöl Sample

Abstract: The increase in the amount of solid wastes occurring together with economic and technological development causes various damages on water, soil and air. To minimize these damages, societies must develop and implement the most appropriate waste management systems according to their waste properties. In this study, the current solid waste management system applications for İnegöl district of Bursa were evaluated and the most suitable solid waste management system proposals were developed. In the study, the economic, geopolitical and social characteristics and current solid waste characterization data of İnegöl district were evaluated by field studies. The existing solid waste management problems in the district have been introduced and the most appropriate integrated solid waste management system proposal for the district, which is rich in industrial enterprises, has been developed. With the integrated solid waste management system established in the province of Bursa İnegöl, it is foreseen that significant contributions will be made to the region and the country's economy by reducing the environmental pollution caused by solid wastes and managing the wastes in the most appropriate way. In this context, efficient recovering and evaluation of packaging wastes, establishment of mechanical biological separation unit, evaluation of organic wastes with the help of compost and gasification units and extending the life of the existing storage area were determined as the most suitable solid waste management solution for İnegöl. In addition, it is recommended that hazardous wastes originating from industrial zones in İnegöl should be established in accordance with the relevant legislation and to prevent mixing with other solid wastes.

Keywords: Solid waste, waste management, waste characterization, recovering, compost.

¹**Address (Adres):** Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

²**Address (Adres):** İnegöl Belediyesi, İnegöl, Bursa, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** mehmetbeyhan@sdu.edu.tr

Citation (Atıf): Gödel, R., Beyhan, M. (2021). Entegre Katı Atık Yönetimi; İnegöl Örneği. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 61-71.

1. GİRİŞ

Günümüzde nüfus artışı ile teknolojik ve ekonomik gelişmeler, tüketimde artışa ve dolayısı ile oluşan atık miktarlarında ve çeşitliliğinde önemli değişiklikler görülmesine sebep olmuştur. Atık miktarındaki artış ve kompozisyonunda meydana gelen çeşitlilik atık bertarafında ve kontrolünde karşımıza çeşitli zorluklar çıkarmaktadır.

Katı atıkların, iyi yönetilmedikleri takdirde, çevresel açıdan hava, toprak ve su gibi üç temel bileşen üzerinde önemli boyutta zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu zararlar; her geçen gün risk unsurlarının artması ve doğal kaynakların azalması şeklinde olumsuzluklara da sebep olmasının yanı sıra atıkların ekonomik değerlerinin olduğu dikkate alınarak katı atık yönetimi ve sistemleri açısından dünyada ve ülkemizde entegre katı atık yönetimi (EKAY) kavramı her geçen gün değer kazanmaktadır. Atık oluşumundan, nihai bertarafına kadar olan tüm işlemleri kapsayan EKAY, atıkların çevreye en az zarar ve en fazla ekonomik fayda için tasarlanmasını ve sistem seçimini gerektirmektedir. İdeal bir EKAY, çalışmanın yapılacağı her bölge için iyi bir analiz ve planlanma yapılarak hassas bir çalışma ile oluşturulmalıdır.

Atık yönetimi; öncelikle atığın oluşmadan önce oluşumunun önlenmesi, kaynakta atık azaltma, oluşan atıkların tekrar kullanılması, atıkların tür ve özelliklerine göre ayrılması, toplanması, geçici depolanması, taşınması, geri dönüşümü, geri kazanımı ve bertarafı iş ve işlemlerini belirleyen, kontrolünü ve denetimi sağlayan faaliyetler zinciri olarak tanımlanabilir (ÇŞB, 2008). Entegre katı atık yönetimi (EKAY), belli bir atık yönetim amacı ve hedefine yönelik olarak gerekli uygun yöntem, teknoloji ve yöntem programlarının seçilmesi ve uygulanması olarak tanımlanabilir. EKAY aynı zamanda ilgili yasal mevzuatta öngörülen hususların sağlanmasını da kapsar. Aşağıda, EKAY uygulaması için 4 temel strateji, öncelik sıralaması ile verilmiştir:

- Atık azaltma (önleme-azaltma)
- Maddesel geri dönüşüm (ambalaj atıklarının geri kazanımı ve kompostlaştırma)
- Enerji geri kazanımı, termal dönüşüm (yakma, gazlaştırma, biyometan enerjisi)
- Düzenli depolama

Atık stratejileri arasında bir hiyerarşik düzen mevcuttur. Atık yönetimindeki stratejilerin arasındaki hiyerarşik düzen, aslında önceki sistemin kendinden sonraki düzene alt yapı oluşturmasından ve atıkların ekonomik ve çevresel açıdan en iyi değerlendirilmesi olgusundan gelmektedir. Atık yönetim planı oluşturulurken bu hiyerarşik düzene uygun

hazırlanması gerekir. Örnek olarak kaynakta atık azaltma, maddesel geri dönüşümden önce uygulanması gereken bir stratejidir. Çünkü atık oluşumunun azaltılması, atığın değerlendirilmesinden hem daha ekonomik hem de çevreci bir tutumdur. Aynı şekilde termal veya biyolojik arıtmada, ambalaj atıkları geri dönüşümünde sonra işlenmesi gereken bir sistemdir. EKAY sisteminde, uluslararası yönelim ve kararlar da seçilecek yöntemlerin kararları üzerinde büyük ölçüde etkilidir. Örneğin düzenli depolama alanları için gerekli olan alan sıkıntısı nedeniyle Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde, termal dönüşüm (atık yakma, gazlaştırma) başlıca EKAY sistemlerinin içerisinde teşkil edilen yöntemler durumuna gelmektedir (Tabasaran, 2016).

1996 yılında yayınlanan Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) bildirisinde EKAY, mevcut sistemin tespiti, atık yönetim sistemlerinde yapılabilecek iyileştirilme ve yeni bir atık yönetimin sisteminin tasarlanarak uygulanması çalışmaları olarak tanımlanmıştır (Seadon, 2006). Geçmiş yıllarda atık yönetiminde mevcut durumda problemi çözmek için, sadece belli bir alana (aktarma istasyonları, taşıtların güzergâhları) odaklanılmıştı daha sonra bunun sürdürülebilir atık yönetimi için uygun olmadığı anlaşılmıştır (Morissey ve Browne, 2004). Ayrıca, geçmişte katı atık yönetimi, evsel atıkların düzenli depolanmasına ve yakılmasına odaklanılmıştı. Endüstriyel atıklar çok fazla dikkate alınmıyordu. Atıkların çevreye olan etkisi ve bu konuda yapılan araştırmalar özellikle sağlık üzerindeki etkileri ortaya çıkınca, katı atık yönetiminin daha sistemli bir yönetime ihtiyacı olduğu anlaşılmıştır. Doğal kaynakların azalması, problemin ne kadar büyük olduğunu göstermiştir. Düzenli depolama alanlarının ve atık yakma ünitelerinin çevreye verdiği tahribat ortaya çıkınca, sürdürülebilir kalkınma stratejisiyle atıkların kaynakta azaltma ve geri dönüşüm kavramları ön plana çıkmıştır. Oluşan bu gelişmeler çerçevesinde EKAY 'a olan gereksinim fark edilebilir hale gelmiştir (Bagchi, 2004).

Sürdürülebilir bir atık yönetiminin amacı, çevre kirliliğinin minimum düzeye getirilmesi, ekonomik değeri olan atıkların geri kazanımı, enerji sarfiyatının azaltılmasıdır (McDougall, 2001). Zaman içerisinde şehirlerdeki nüfus artışı sonucu katı atık yönetimine olan ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Şehirlerde artan nüfus doğrudan katı atık miktarında da artışa neden olmuş ve atık depolama alanlarının yetersiz hale gelmesine sebep olmuştur (Bagchi, 2004).

Katı atık yönetimi, atıkların miktarının denetimi, atıkların toplanması, biriktirilmesi, nakliyesi, işlenmesi ve bertarafı aşamalarından oluşan bir disiplindir. Katı atık yönetimi tasarlanırken, çevre ve insan sağlığı, ekonomik durum, mühendislik prensipleri, doğal kaynakların korunması, görsellik ile birlikte, toplumun gündelik alışkanlıkları da

dikkate alınmalıdır (Tchobanoglous vd., 1977). EKAY her ne kadar atık hiyerarşisi ile özetlense de asıl prensip azaltma, tekrar kullanma ve geri dönüşüm olarak özetlenebilir. Atık hiyerarşisi her zaman en uygun seçenek olmayabilir. Sürdürülebilir bir EKAY için, çevresel etkilerin, en uygun maliyet ve en fazla halk desteğiyle, en aza indirilmesi gerekir. Entegre katı atık planı yapılırken, çevresel etkinin en aza indirildiği, en az düzenli depolamayı gerektiren, en az enerji ihtiyacı gerektiren ve maliyeti en uygun olan sistemin bulunması gereklidir (McDougall, 2001). Katı atık yönetimi, başarılı ve sürdürülebilir bir sistem olması için uygulanacağı bölge halkının kültürel özelliklerine, sosyal alışkanlıklarına, ekonomik durumuna, teknik ve mali olanaklarına göre tasarlanması gerekmektedir. Bir ülke içerisinde atık yönetimleri farklı bölgelerde, bölgenin ekonomik düzeyine, bölge halkının değer algısına göre farklılıklar gözetmektedir (Sakai vd., 1996).

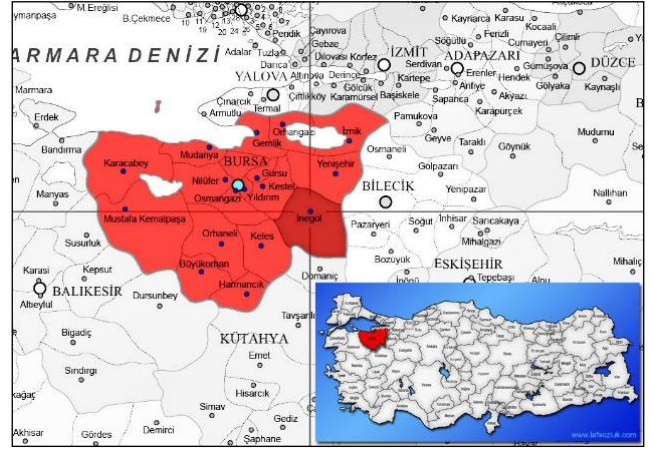
Yapılan çalışmada, öncelikle Bursa ilinin İnegöl ilçesinde katı atıkların mevcut yönetim durumu araştırılarak ortaya konulmuştur. Mevcut durum ışığında belirlenen eksiklikler, tespit edilen durumlar ve ideal EKAY anlayışı doğrultusunda İnegöl ilçesi özelinde planlanacak yeni bir EKAY anlayışının nasıl olması gerektiği araştırılmış ve buna dair çeşitli öneriler sunulmuştur. Bu öneriler kapsamında atıkların düzenli depolanma sahasında bertarafının azaltılması, bertaraf maliyetlerinin düşürülmesi, geri kazanım ile ekonomik girdiler elde edilmesi, çevresel açıdan olumsuz etkilerin azaltılması ve yeni istihdam alanları oluşturulması ile yerel halka fayda sağlanması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma Marmara Bölgesinde yer alan Bursa ilinin İnegöl ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu 2018 yılı verilerine göre İnegöl 268.155 kişilik nüfusuyla Bursa'nın 4. en büyük ilçesidir. Ayrıca İnegöl, sanayi istatistikleriyle Bursa'nın en yoğun ve Türkiye'nin 16. büyük sanayi merkezlerinden biridir. İnegöl, Bursa'nın güneydoğusunda ve Bursa şehir merkezine 47 km uzaklıkta bulunmaktadır. İnegöl'ün Türkiye haritasındaki yeri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Yüzeysel su kaynakları bakımından İnegöl ve çevresinde doğal göl bulunmamaktadır. Mevcut göller, yapay göllerden oluşmaktadır. Çevresindeki ormanlar nedeniyle İnegöl'de 1980'lere kadar orman ürünleri alanında imalat sanayii gelişmiş, ağaç ve kereste işletmeciliği faaliyetleri ön planda olmuştur. Orman ürünlerinin yanında ilçede tekstil, otomotiv yan sanayi ve diğer sanayi kolları da gelişmiştir (www.inegol.bel.tr erişim tarihi: 12.02.2017).



Şekil 1. İnegöl'ün Türkiye haritasındaki yeri

2.2. İnegöl'de Mevcut Katı Atık Uygulamaları

İnegöl'de katı atık toplama işlemleri İnegöl Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü bünyesinde devam etmektedir.

İnegöl'de evsel nitelikli katı atıklar haftada 3 gün, ambalaj atıkları ise haftada 1 gün toplanmaktadır. İlçede ana arterlerde bulunan evsel nitelikli katı atık toplama konteynırları ile ambalaj atıkları toplama konteynırları ise her gün toplanmaktadır. İnegöl Belediyesi mahalli sınırları içerisinde günlük ortalama 270 ton evsel nitelikli katı atık toplanmaktadır. Toplanan evsel nitelikli katı atıklar bertaraf edilmek üzere İnegöl Belediyesi Katı Atık Aktarma İstasyonuna getirilerek tırlarla bertaraf sahasına aktarılmaktadır.

21 Nisan 2009 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından onaylanan Ambalaj Atıkları Yönetim Planı ile İnegöl'de ambalaj atıkları kaynağında ayrı toplama projesi uygulanmaya başlamıştır. Üç gelişme aşaması bulunan yönetim planının üçüncü gelişme aşamasına 2011 yılında geçilmesiyle, İnegöl ilçesinin tamamında ambalaj atıklarının toplanması hizmeti verilir hale gelmiştir. Günümüz itibarıyla İnegöl mahalli sınırları içerisinde belediyenin anlaşmış olduğu yüklenici firma tarafından, belediye yükümlülüğündeki atık üreticilerinden, aylık ortalama 1200 ton ambalaj atığı kaynağından ayrılmış halde toplanmaktadır.

İnegöl Belediyesi'nce ilçede katı atıklar ile ilgili yapılmakta olan diğer faaliyetler de aşağıda sıralanmıştır;

- Tıbbi atıklar Bursa Büyükşehir Belediye'si kontrolünde olup, lisanslı araçlarla ayrı toplanarak Bursa Büyükşehir Belediyesi Tıbbi atık sterilizasyon tesisine götürülerek bertaraf edilmektedir.
- Elektronik atıklar, vatandaşlar tarafından 153 Belediye Çözüm Merkezi hattının araması ile kapıdan alma yöntemi ile toplanmakta ayrıca ilk ve orta ölçekli tüm okullarda elektronik atık toplama kutuları bulundurulmaktadır. Elektronik atıkların toplanmasının teşviki için okullar arası yarışmalar da düzenlenmektedir.
- Bitkisel atık yağlar, vatandaşlar tarafından 153 Belediye Çözüm Merkezi hattının aranması ile kapıdan

alma yöntemi ile toplanmakta ayrıca ilk ve orta ölçekli tüm okullarda ve mahalle muhtarlıklarında bitkisel atık yağ toplama bidonları bulundurulmaktadır.

- Atık piller, vatandaşlar tarafından 153 Belediye Çözüm Merkezi hattının aranması ile kapıdan alma yöntemi ile toplanmakta ayrıca ilk ve orta ölçekli tüm okullarda, mahalle muhtarlıklarında, eczanelerde, büyük ölçekli marketlerde atık pil toplama kutuları bulundurulmaktadır.

İnegöl'de toplanan evsel nitelikli katı atıklar hiçbir işleme tabi tutulmaksızın nihai bertaraf sistemi olan düzenli depolama sahasında bertaraf edilmektedir. Hafriyat atıkları, daha önceden oluşturulan hafriyat ve inşaat yıkıntı atıkları depolama sahalarında, tıbbi atıklar da Bursa il genelinde toplanarak tıbbi atık sterilizasyon tesisinde steril edilerek düzenli depolama alanında bertaraf edilmektedir.

2011 yılında işletmeye alınan Düzenli Depolama Tesisi 214.600 m² alan içerisinde inşa edilmiş olup, 3 aşamada planlanan tesis toplam 4.065.000 m³ atık depolama hacmine sahiptir. Tesis içerisinde; bekçi ve kantar binası, işletme binası, atölye binası, yangın suyu deposu, jeneratör ve trafo, tekerlek yıkama ünitesi, yollar, sızıntı suyu drenaj sistemi ve geri devir sistemi, yüzey suyu drenaj sistemi, taban izolasyonu ve tel çit teşkil edilmiştir. Düzenli Depolama Sahasının bir görünümü aşağıda Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İnegöl Düzenli Depolama Sahası

2.3. Katı Atık Karakterizasyon Çalışmaları

İnegöl Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü tarafından yürütülen katı atık karakterizasyon çalışmaları; belirli hanelerden, çöp toplama araçlarından ve sanayi bölgesi çöp toplama araçlarından örnek alınması olmak üzere 3 farklı alandan yapılan atık teminleri üzerinden Eylül 2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Alınan atık numuneleri büyükten küçüğe doğru alt alta sıralanmış elek sistemli karakterizasyon masasına dökülerek, masa başında görevli personel tarafından atıklar karakterize edilmiştir.

Belirli hanelerde yapılan atık karakterizasyon çalışması;

Bu çalışma için, düşük gelir seviyeli (hane geliri aylık 0 TL-2.500 TL arası olan haneler), orta gelir seviyeli (hane geliri aylık 2.500 TL-5.000 TL arası olan haneler) ve yüksek gelir seviyeli (hane geliri aylık 5.000 TL ve üzeri olan haneler) kategorisinde belirlenen 15 hane belirlenmiştir. Hanelere, ambalaj atıklarını ayrı biriktirmeleri için mavi renkte ambalaj atığı poşetleri ve diğer atıklar için siyah renkte atık poşetleri teslim edilmiştir. Hanelerden 7 gün boyunca atıklar toplanmıştır. Diğer hane atıklarından ayrı olarak sıkıştırmasız araçlarla toplanan bu atıklar sadece kendi kategorilerinde harmanlanarak atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışmasının sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için hane halkına İnegöl Belediyesi tarafından resmi yazıyla ayrıntılı bir bilgilendirme ve birebir eğitim yapılmıştır. Belirlenen hanelerde evde yaşayan kişi sayısı günlük olarak kayıt altına alınmıştır.

Çöp toplama araçlarında yapılan karakterizasyon çalışması;

Bu kapsamda, düşük gelir seviyesi (Mesudiye Mahallesi, Ertuğrulgazi Mahallesi), orta gelir seviyesi (Yenice Mahallesi, Sinanbey Mahallesi) ve yüksek gelir seviyesi (Kemalpaşa Mahallesi, Süleymaniye Mahallesi) kategorisinde belirlenen mahallelerden ve kırsal mahalleleri temsilen Hamzabey ve Oylat Mahallelerinden, Çarşı içindeki rota aracı ve ağaç işleri sanayi bölgesi çöp toplama araçlarından rastgele örnekleme yöntemiyle alınan örnekler üzerinden 6 gün boyunca atık karakterizasyon işlemi yapılmıştır.

Sanayi bölgesi çöp toplama araçlarında yapılan karakterizasyon çalışması;

Bu kapsamda İnegöl Organize Sanayi Bölgesinde bulunan sanayi işletmelerinin atıklarını toplayan araçlardan örnekleme yapılarak 6 gün boyunca atık karakterizasyon işlemi yapılmıştır.



Şekil 3. Karakterizasyon çalışması

3. Araştırma Sonuçları

İnegöl'de katı atık karakterizasyon çalışmaları, gelir seviyelerine göre, belirli hanelerden atıklar toplanarak, gelir

seviyelerine göre çeşitli mahallelerden çöp toplama araçlarından örnekler alınarak ve sanayi bölgelerindeki çöp toplama araçlarından örnekler alınarak yapılmıştır.

Karakterizasyon çalışması üç farklı gelir seviyesinde belirlenen 15 hane atıklarının 7 gün boyunca diğer hane atıklarından ayrı olarak sıkıştırmasız araçlarla toplanarak sadece kendi kategorilerinde harmanlanarak yapılmıştır. Hane halkına yönelik yapılan atık karakterizasyon çalışmalarının sonuçları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Belirli hanelerden örnek alınarak yapılan atık karakterizasyon çalışması sonuçları:

Belirli hanelerden toplanan atıklar, karakterizasyon işlemine tabi tutulduktan sonra ortaya çıkan sonuçlarda İnegöl'de

ortalama kişi başı atık üretim miktarı 0,57 kg/gün olarak belirlenmiştir. Bu sonuç İnegöl genelinde bakıldığında kişi başı atık üretimi 1,055 kg/gün-kişi'dir. Belirli hanelerde yapılan atık karakterizasyon çalışmasında kişi başı oluşan atık miktarı ile İnegöl genelinde tespit edilen miktar arasında yaklaşık olarak %45 oranında bir farklılık gözlenmiştir. Bu oranda bir farklılık oluşmasındaki temel sebep, İnegöl geneli ortalamasının içinde iş yerlerinin ve cadde kenarlarında oluşan atıkların da bulunması ve atıkları toplanan hanelerin atık atılması noktasında başkaları tarafından atıklarının inceleneyeceği düşüncesi ile çekingen davranmış olmalarıdır.

Toplam kişi sayısında günlük oluşan farklılıklar, bazı hanelerin her gün atık vermemesi ve hane halkında bulunan bazı bireylerin seyahat etmesi sonucu hane halkı sayısının değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Hane halkı katı atık karakterizasyon çalışmaları atık miktarları

Gelir Grupları		Düşük	Orta	Yüksek
Günler	Parametreler			
1.Gün	Toplam Kişi Sayısı	41	38	38
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	3,30	6,40	7,2
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	7,20	18,20	18,6
	Toplam Ağırlık (kg)	10,50	24,60	25,8
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,08	0,17	0,19
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,18	0,48	0,49
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,26	0,65	0,68
2.Gün	Toplam Kişi Sayısı	28	40	38
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	3,30	6,40	7,2
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	7,20	18,20	18,6
	Toplam Ağırlık (kg)	10,50	24,60	25,8
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,12	0,16	0,19
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,26	0,46	0,49
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,38	0,62	0,68
3.Gün	Toplam Kişi Sayısı	26	35	38
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	2,10	4,20	2,2
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	9,40	11,70	10,8
	Toplam Ağırlık (kg)	11,50	15,90	13
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,08	0,12	0,06
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,36	0,33	0,28
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,44	0,45	0,34
4.Gün	Toplam Kişi Sayısı	44	10	0
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	4,10	5,00	0
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	12,06	9,40	0
	Toplam Ağırlık (kg)	16,16	14,40	0
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,09	0,50	0,00
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,27	0,94	0,00
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,37	1,44	0,00
5.Gün	Toplam Kişi Sayısı	36	40	76
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	3,92	3,52	11,92
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	19,44	11,00	31
	Toplam Ağırlık (kg)	23,36	14,52	42,92
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,11	0,09	0,16
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,54	0,28	0,41
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,65	0,36	0,56
6.Gün	Toplam Kişi Sayısı	44	42	38
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	2,90	3,00	9,9
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	17,60	29,30	14,6
	Toplam Ağırlık (kg)	20,50	32,30	24,5
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,07	0,07	0,26
	Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,40	0,70	0,38
	Kişi başı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,47	0,77	0,64
7.Gün	Toplam Kişi Sayısı	38	31	38
	Mavi Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	1,50	4,50	7,5
	Siyah Poşet Toplam Ağırlığı (kg)	18,80	10,40	15,6
	Toplam Ağırlık (kg)	20,30	14,90	23,1
	Birim Ambalaj Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,04	0,15	0,20

Birim Organik Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,49	0,34	0,41
Kişibaşı Katı Atık Miktarı (kg/kişi.gün)	0,53	0,48	0,61
KİŞİ BAŞI ORTALAMA AMBALAJ ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)	0,08	0,18	0,18
KİŞİ BAŞI ORTALAMA ORGANİK ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)	0,36	0,50	0,41
KİŞİ BAŞI ORTALAMA KATI ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)	0,44	0,68	0,59
KİŞİ BAŞI ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)		0,57	

Çizelge 2. Hane halkı atık karakterizasyon çalışmaları atık kategorileri

KATI ATIK BİLEŞENLERİ	Gelir Seviyeleri					
	Düşük (kg)	Düşük (%)	Orta (kg)	Orta (%)	Yüksek (kg)	Yüksek (%)
Mutfak atıkları	11,97	68,17	12,39	66,19	14,3	55,92
Park ve bahçe atıkları			0,02	0,11		0,00
Karışık organik atık				0,00		0,00
Kağıt	1,8	10,25	1,84	9,83	4,93	19,28
Karton	0,15	0,85	0,57	3,04	0,56	2,19
Hacimli karton			0,11	0,59	0,01	0,04
PLASTİKLER	2,52	14,35	2,38	12,71	2,85	11,15
PET	0,38		0,33		0,28	
PS	0,05		0,07		0,1	
PE	0,18		0,06		0,23	
Naylon poşet	1,47		1,49		1,71	
PP	0,44		0,39		0,54	
PVC	0,01		0,04			
Cam	0,26	1,48	0,74	3,95	0,94	3,68
Alüminyum	0,02	0,11	0,06	0,32	0,12	0,47
Teneke- Diğer Metaller	0,08	0,46	0,07	0,37	0,15	0,59
Tetrapak	0,06	0,34	0,1	0,53	0,18	0,70
Atık elektrik ve elektronik ekipman	0,04	0,23	0,07	0,37	0,05	0,20
Tehlikeli atık	0,13	0,74	0,06	0,32	0,03	0,12
Diğer yanmayanlar (taş, kum, toz, seramik vb.)	0,03	0,17		0,00		0,00
Diğer yanabilenler (çanta, kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim vb.)	0,48	2,73	0,19	1,01	1,34	5,24
Diğer yanabilir hacimli atıklar (mobilya, ahşap, tahtadan yapılmış diğer malz.)			0,1	0,53		0,00
Diğer yanmayan hacimli atıklar				0,00		0,00
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	0,01	0,06	0,02	0,11	0,11	0,43
AĞIRLIK (kg)	17,56	100,00	18,72	100	25,57	100

Belirli hanelerden toplanan atıklar üzerinde yapılan karakterizasyon işlemi sonucunda; düşük gelir seviyesinde %27,5 oranında ambalaj atığı ve %68 oranında mutfak atığı olduğu, orta gelir seviyesinde %30,8 oranında ambalaj atığı ve %66 oranında mutfak atığı olduğu, yüksek gelir seviyesinde %37,4 oranında ambalaj atığı ve %56 oranında mutfak atığı olduğu tespit edilmiştir.

Çöp toplama araçlarından örnek olarak yapılan atık karakterizasyon çalışması sonuçları;

Çöp toplama araçlarından örnek alınarak yapılan atık karakterizasyon çalışmasında düşük gelir seviyeli mahalle

olarak Mesudiye ve Ertuğrulgazi Mahallesi, orta gelir seviyeli mahalle olarak Yenice ve Sinanbey Mahallesi ve yüksek gelir seviyeli mahalle olarak Kemalpaşa ve Süleymaniye Mahallesi, kırsal mahalleleri temsilen Hamzabey ve Oylat Mahallesi belirlenmiştir. Çarşı içindeki rota aracı ve ağaç işleri sanayi bölgesi çöp toplama araçlarından 6 gün boyunca örnek alınarak karakterizasyon işlemi yapılmıştır. Yapılan karakterizasyon çalışmasının sonuçları aşağıda Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5'te ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Çizelge 3. Araçlardan örnek alınarak yapılan katı atık karakterizasyon çalışması sonuçları

Günler	Gelir Grupları	Düşük	Orta	Yüksek	Kırsal
	Parametreler				
1.Gün	Nüfus	8.308	12.146	15.043	993
	Toplam Tonaj (kg)	9.700	10.540	18.147	1150
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	1,17	0,87	1,21	1,16
2.Gün	Nüfus	9.408	24375	22.893	346
	Toplam Tonaj (kg)	9.580	20.120	19.620	420
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	1,02	0,83	0,86	1,21
3.Gün	Nüfus	3.216	12.146	15.043	993
	Toplam Tonaj (kg)	3.300	12.280	29.236	1200
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	1,03	1,01	1,94	1,21
4.Gün	Nüfus	9.408	24.375	22.893	346
	Toplam Tonaj (kg)	14.460	23.520	32.280	400
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	1,54	0,96	1,41	1,16
5.Gün	Nüfus	3.216	12.146	25.448	993
	Toplam Tonaj (kg)	3.500	15.660	39.130	990
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	1,09	1,29	1,54	1,00
6.Gün	Nüfus	9.408	24.375	22.893	346
	Toplam Tonaj (kg)	8.080	15.960	22.768	350
	Kişi Başı Atık Miktarı (kg/kişi-gün)	0,86	0,65	0,99	1,01
KİŞİ BAŞI ORTALAMA KATI ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)		1,12	0,94	1,32	1,12
KİŞİ BAŞI ATIK MİKTARI (KG/KİŞİ.GÜN)		1,13			

Çizelge 4. Araçlardan örnek alınarak yapılan katı atık karakterizasyon çalışmaları atık kategorileri

KATI ATIK BİLEŞENLERİ	Düşük (kg)	Orta (kg)	Yüksek (kg)	Kırsal (kg)	Pazar Yeri (kg)	Ağaç ve Mob.San. (kg)	Çarşı (kg)
Mutfak atıkları	17,36	11,82	7,36		7,12	0,49	4,62
Park ve bahçe atıkları	0,73	0,06		3,76			
Karışık organik atık	52,51	44,79	39,06	152,3	64,10	2,70	31,71
Kağıt	9,07	9,72	13,03	16,31	12,38	1,50	5,38
Karton	0,43	0,35	0,37	0,56	9,38	1,46	
Hacimli karton	1,36	0,74	0,18	0,88		2,70	3,73
PLASTİKLER	19,33	17,36	18,53	95,76	17,43	3,01	19,02
PET	1,98	1,47	1,86	4,68	1,70	0,33	1,78
PS	0,68	0,65	1,11	1,47	1,22	0,22	0,54
PE	0,60	1,09	0,66	0,66	0,31	0,08	0,50
Naylon poşet	12,53	10,19	10,94	23,99	10,10	1,88	9,00
PP	3,50	3,96	3,71	4,96	3,98	0,50	3,76
PVC	0,04		0,26		0,12		3,44
Cam	3,33	3,53	2,24	8,32	2,06	1,37	1,93
Alüminyum	0,14	0,16	0,22	1,92	0,22	0,09	0,34

Teneke- Diğer Metaller	0,73	0,48	0,76	1,06	0,09		0,54
Tetrapak	0,38	0,40	0,76	0,80	0,24	0,10	0,32
Atık elektrik ve elektronik ekipman	0,12	0,74	0,14	0,70	0,30		0,02
Tehlikeli atık	0,37	0,56	0,43	1,40	3,01		0,08
Diğer yanmayanlar (taş, kum, toz, seramik vb.)	0,96	0,68	0,67	1,80	1,01		0,04
Diğer yanabilenler (çanta, kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim vb.)	29,25	15,86	18,67	15,78	10,03	9,23	6,32
Diğer yanabilir hacimli atıklar (mobilya, ahşap, tahtadan yapılmış diğer malz.)							
Diğer yanmayan hacimli atıklar		0,04	0,01	1,50			
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	0,08	0,08	0,02	0,01	0,02		0,28
AĞIRLIK (kg)	136,14	107,37	102,45	242,85	127,39	22,65	74,33

Çizelge 5. Araçlardan örnek alınarak yapılan katı atık karakterizasyon çalışmalarının sonuçlarının yüzdelik oranları

KATI ATIK BİLEŞENLERİ	Gelir Seviyeleri						
	Düşük (%)	Orta (%)	Yüksek (%)	Kırsal (%)	Pazar Yeri (%)	Ağaç ve Mob. San. (%)	Çarşı (%)
Mutfak atıkları	12,75	11,01	7,18		5,59	2,14	6,22
Park ve bahçe atıkları	0,54	0,06		1,55			
Karışık organik atık	38,57	41,71	38,13	62,71	50,32	11,92	42,66
Kağıt	6,66	9,06	12,72	6,72	9,72	6,62	7,24
Karton	0,31	0,33	0,36	0,23	7,36	6,45	
Hacimli karton	1,00	0,69	0,17	0,36		11,92	5,02
PLASTİKLER	14,20	16,16	18,09	39,43	13,68	13,29	25,59
PET	1,45	1,37	1,81	1,93	1,33	1,46	2,39
PS	0,50	0,60	1,08	0,61	0,96	0,97	0,73
PE	0,44	1,01	0,64	0,27	0,24	0,35	0,67
Naylon poşet	9,20	9,49	10,68	9,88	7,93	8,30	12,11
PP	2,57	3,69	3,63	2,04	3,12	2,21	5,06
PVC	0,03		0,25	0	0,09		4,63
Cam	2,44	3,29	2,19	3,43	1,62	6,05	2,60
Alüminyum	0,10	0,15	0,21	0,79	0,17	0,40	0,46
Teneke- Diğer Metaller	0,54	0,45	0,75	0,44	0,07		0,73
Tetrapak	0,28	0,37	0,75	0,33	0,19	0,44	0,43
Atık elektrik ve elektronik ekipman	0,09	0,69	0,13	0,29	0,24		0,03
Tehlikeli atık	0,27	0,52	0,42	0,58	2,36		0,11
Diğer yanmayanlar (taş, kum, toz, seramik vb.)	0,70	0,63	0,65	0,74	0,79		0,05
Diğer yanabilenler (çanta, kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim vb.)	21,48	14,77	18,22	6,50	7,87	40,76	8,50
Diğer yanabilir hacimli atıklar (mobilya, ahşap, tahtadan yapılmış diğer malzemeler)				0			
Diğer yanmayan hacimli atıklar		0,04	0,01	0,62			
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	0,06	0,07	0,02	0,00	0,02		0,38
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100

Belirli hanelerden alınan örneklerle yapılan karakterizasyon çalışmaları ile bölge araçlarından alınan örneklerden yapılan karakterizasyon çalışmalarının sonuçları arasında büyük oranda farklılık gözlenmiştir. Bunun oluşmasında en temel sebep atıkları karakterizasyona tabi tutulacak hanelerin atık atma konusunda çekingen davranmış olmalarıdır.

Rastgele örnekleme yöntemiyle yapılan karakterizasyon çalışması sonucunda hanelerden çıkan atıkların ortalama %30'unun ambalaj atığı olduğu tespit edilmiştir. İkili toplama sistemi oturmış durumda olan İnegöl ilçesinde bu seviyede ambalaj atığının evsel nitelikli atıklara karıştırılması entegre katı atık yönetim sisteminin tasarımında ve gerekliliğinde önemli bir bilgi ve veri oluşturmaktadır.

Ambalaj atıkları haricinde, ortalama %15-20 oranında yanabilir nitelikte atık tespit edilen İnegöl'de entegre katı

atık yönetim sistemi içerisindeki bertaraf metotları tercihleri bakımından ısı ileme dayalı bertaraf sistemlerini ön plana çıkarmaktadır.

Organik atık, ambalaj atığı ve yanabilir nitelikteki atıkların oranları dikkate alındığında EKAY sistemi için ünite seçimi yapılabilmesi adına ilk ve en önemli veriyi oluşturmaktadır.

Sanayi bölgelerindeki çöp toplama araçlarından örnek olarak yapılan atık karakterizasyon çalışması sonuçları:

İnegöl Organize Sanayi Bölgesinde bulunan sanayi işletmeleri atıklarını toplayan araçlardan 6 gün boyunca örnekleme yapılarak gerçekleştirilen karakterizasyon işlemi sonuçları aşağıda Çizelge 6'da ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Çizelge 6. Sanayi araçlarından örnek alınarak yapılan katı atık karakterizasyon çalışmaları atık kategorileri

ORGANİZE SANAYİ KATI ATIK BİLEŞENLERİ	Ağırlık (kg)	(%)
Mutfak atıkları		
Park ve bahçe atıkları		
Karışık organik atık		
Kağıt	0,60	0,68
Karton		
Hacimli karton		
Plastikler	53,92	61,51
(Plastikler) PET	0,90	
(Plastikler) PS	0,14	
(Plastikler) PE	0,24	
(Plastikler) Naylon poşet	27,14	
(Plastikler) PP	8,08	
(Plastikler) PVC	17,42	
Cam	1,04	1,19
Alüminyum	0,16	0,18
Teneke- Diğer Metaller	0,48	0,55
Tetrapak	0,10	0,11
Atık elektrik ve elektronik ekipman		
Tehlikeli atık	28,60	32,63
Diğer yanmayanlar (taş, kum, toz, seramik vb.)		
Diğer yanabilenler (çanta, kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim vb.)	2,76	3,15
Diğer yanabilir hacimli atıklar (mobilya, ahşap, tahtadan yapılmış diğer malz.)		
Diğer yanmayan hacimli atıklar		
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	18,98	17,80
AĞIRLIK (kg)	106,64	100

Sanayi bölgesinden gelen atıklarda yapılan karakterizasyon çalışması sonucunda, ambalaj atıklarının oranı %61,51 gözükmesine karşın ekonomik değeri çok düşük ürünler oldukları görülmüştür. Ambalaj atığı miktarının %50,33'lük kısmı naylon poşetlerden oluşmaktadır. Naylon poşetler ekonomik olarak yüksek değer içermemektedir. Atıkların içerisine %32,63 oranında tehlikeli atık tespit edilmiştir olup bu atıklar ağırlıklı olarak ağaç sanayisinden kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bursa İli İnegöl İlçesinde yapılan katı atık yönetimi ile ilgili çalışmalar neticesinde katı atıkların çevreye verdiği zararların yanı sıra ekonomik değeri olan atıkların, yeterli ölçüde ekonomiye geri kazandırılmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, atıkların uygun şekilde yönetilmediğinde çevresel ve ekonomik açıdan çeşitli olumsuzlukları beraberinde getireceğini göstermektedir. İnegöl'de yaşanan bu olumsuzlukları en uygun şekilde çözüme kavuşturmak için, İnegöl'de uygulanacak EKAY sistemi önerileri, çözüm önerileri olarak atık toplama ve taşıma, atık bertaraf

sistemleri, tehlikeli atıklar ve eğitim bilinçlendirme başlıkları altında değerlendirilmiş ve aşağıda tartışılmıştır.

Atık toplama ve taşıma;

Hali hazırda belediyenin uyguladığı atık toplama sistemine ek olarak, park ve bahçe atıkları, pazar yerlerinde bırakılan sebze, meyve artıkları ayrı olarak toplanarak kompost ünitesine direk taşınmalıdır.

Vatandaşın kendisinin atıkları getirebileceği şehrin ana arterlerinde konteynerler bulunmakta olup bunlar bütün bölgeleri kapsayacak nitelikte ve sayıda değildir. Bununla birlikte şehrin hiçbir bölgesinde atık getirme merkezi ve mobil atık getirme merkezi bulunmamaktadır. Mevzuatlar doğrultusunda 1. sınıf atık getirme merkezi yapılması gerektiğinden İnegöl nüfusu dikkate alındığında, şehrin uygun noktalarına 2 adet 1. sınıf atık getirme merkezi yapılması önerilmektedir. 1. sınıf atık getirme merkezine bağlı olarak seyyar atık getirme merkezleri de oluşturularak belirli periyotlarda kırsal bölgelerden seyyar atık getirme merkezi ile atıklar toplanmalıdır.

Atık bertaraf sistemleri;

İnegöl ilçesi özelinde yapılan atık karakterizasyon çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde, ilçe için önerilen EKAY sistemi içerisinde bertaraf sistemi olarak belirlenen üniteler aşağıda sunulmuştur;

- Mekanik-Biyolojik Ayırma Ünitesi

EKAY sisteminin ilk ünitesi olarak görev yapacak mekanik-biyolojik ayırma ünitesi, sisteme gelen karışık atıkların; organik, ekonomik değeri olan, inert ve diğer kısımlarının ayrılacağı bölümdür. Mekanik-biyolojik ayırma ünitesi, organik atıkların, ambalaj atıklarının ve ekonomik değeri olan atıkların değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Diğer ünitelere uygun atıkların teminini sağlayacak olan mekanik-biyolojik ayırma ünitesi, ekonomik değeri olan atıkların ayrılarak ticari olarak kullanılabilmesiyle de EKAY sisteminin yatırım maliyetlerinin ve maddi giderlerinin karşılanması için ekonomik avantaj sağlayacaktır.

- Kompost Ünitesi

İlçenin atık karakterizasyonu incelendiğinde ortalama %53'lük organik atık miktarı ile kompost sisteminin İnegöl ve çevresi için ideal EKAY sistemi içerisinde yer alması gerekliliğini göstermektedir. Kompost sisteminde, mekanik-biyolojik ayırma ünitesi, ayrılan organik atıklarla birlikte, ayrı olarak toplanan park ve bahçe atıkları, pazaryerlerinden toplanan meyve, sebze artıkları işlenebilecektir.

Kompost tesisinde, atıkların işlenmesi neticesinde kompost ürünü elde edilmektedir. Kompost, tarım alanında kullanılan ekonomik değeri olan bir üründür. Bölgenin tarımsal faaliyetlerin çokluğu, çeşitliliği ve üretkenliğin fazla olması, kompost ürününün pazarlama konusunda da kolaylık sağlayacaktır.

- Gazlaştırma Ünitesi

Şehir atıklarının inert kısımları hariç geneline uygulanabilecek nitelikte olan gazlaştırma ünitesi mekanik-biyolojik ayırma ünitesinde ekonomik değeri olan atıkların, inert atıkların ve kompost hammaddesi organik kısmın ayrılmasından sonra kalan atıklara uygulanabilecek bir metottur. Atıkların ısı çevrim işlemleriyle yanabilen gaza çevrilme işlemi olan gazlaştırma, geniş atık işleme kabiliyeti ve diğer ısı işlemlere göre havaya etkisi bakımından daha avantajlı olması, İnegöl bölgesinin hava kirliliği dikkate alındığında bu ünitenin ideal EKAY sistemi içerisinde yer alması gereklidir. Gazlaştırma ünitesinde atıkların ısı çevrim işlemleriyle elde edilen gazların yakılmasıyla elde edilecek ısı ile elektrik enerjisi de elde edilebileceğinden, EKAY sistemi içerisinde maddi getirisi en yüksek olan ünitelerdir.

Gazlaştırma metodlarından, sabit yataklı yukarı akışlı gazlaştırma metodunun tercih edilmesi hammadde boyutunun fazla önemli olmaması ve gaz veriminin yüksek olması avantajlarını sağlayacaktır.

- Düzenli Depolama Sahası

EKAY sistemlerinin olmazsa olmazlarından olan düzenli depolama sahası İnegöl için önerilecek EKAY sisteminin de en son ve nihai bertaraf ünitesini oluşturacaktır. Hali hazırda bulunan düzenli depolama sahası 3 etapta oluşmaktadır. Etapların kapasiteleri dikkate alındığında bulunan düzenli depolama sahası şehrin taleplerine cevap verebilecek niteliktedir.

Tehlikeli atıklar;

İnegöl'de bulunan sanayi bölgelerinden kaynaklı tehlikeli atıkların da miktar olarak azımsanmayacak düzeyde olması nedeni ile, tehlikeli atıkların ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda yönetiminin sağlanması ve diğer katı atıklarla karıştırılmadan bertaraf edilmesi EKAY sisteminde önemli bir yer tutacaktır.

Eğitim, bilinçlendirme çalışmaları;

EKAY sisteminin işleyebilir olması için halkın katılımı şarttır. Bunun sağlanması için eğitim kurumlarında atık azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm ve geri kazanım eğitimlerinin yanında atıkların doğru şekilde ve doğru yerlere atılması eğitimleri ile sistemin desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar yarışmalar ile de pekiştirilmelidir. Eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının hane halkına yönelik kamu spotları, açık hava reklamcılığı kullanılmasıyla birlikte sürece sivil toplum kuruluşları da dahil edilmelidir.

Entegre katı atık yönetiminin uygulanması durumunda, atıklardan gelir elde edilebilecektir ve hem şehrin ekonomisine hem de ülke ekonomisine katkıda bulunabilecektir. Çevresel açıdan riskleri en düşük

seviyelere çekilebilecektir ve yeni istihdam olanağı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada veri temininde sağlamış olduğu kolaylıklardan dolayı İnegöl Belediyesi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Bagchi, A., (2004). Design of landfills and integrated solid waste management. Hoboken, N.J.: J. Wiley.

İnegöl Belediyesi, Erişim Tarihi: 12.02.2017.
<http://www.inegol.bel.tr>,

McDougall, F., (2001). Life Cycle Inventory Tools: Supporting the Development of Sustainable Solid Waste Management Systems. Corporate Environmental Strategy, 8, 2, 142-147.

Morrissey, A. J. and Browne, J., (2004). "Waste management models and their application to sustainable waste management". Waste Management -Pergamon Press-. 24 (3): 297-308.

Sakai, S., Sawell, S. E., Chandler, A. J., Eighmy, T. T., Kosson, D. S., Vehlow, J., Sloop, H. A., and Hjelmar, O., (1996). World Trends in Municipal Solid Waste Management. Waste Management, 16, 341.

Seadon, J. K., (2006). "Integrated waste management - Looking beyond the solid waste horizon". Waste Management -Pergamon Press-. 26 (12): 1327-1336.

Tabasaran, O., (2016). Katı Atık Yönetimi ve Teknolojileri, İstaç Teknik Kitaplar Serisi, İstanbul

Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Eliassen, R., (1977). Solid wastes: Engineering principles and management issues. New York: McGraw-Hill.

Evrişimsel Sinir Ağları ile Örümcek Kuşugillerin Bazı Türlerinin Sınıflandırılması

Mahmut Tokmak^{1*}, Akın Kırac²

Özet: Kuşlar, yaşadığımız çevrenin ayrılmaz bir parçasıdır ve doğa için son derece önemlidir. Kuş türleri sınıflandırması, biyoloji ve çevre araştırmalarındaki umut verici uygulamaları nedeniyle bilgisayar görüntü işleme alanında giderek daha fazla ilgi görmektedir. Kuş türlerinin sınıflandırılması, doğal yaşam alanı ile ilgili arka planlar, ortam ışığı ve tespit edilmek istenen kuşun duruşu gibi etmenler nedeniyle zorlu bir problem olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada; Örümcek Kuşugiller familyasından Lanius cinsine ait üç tür Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) ResNet-152 mimarisi kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak; sınıflandırmaya ait yapılan testler ile %96,59 doğruluk değerine, %96,62 kesinlik değerine, %96,59 duyarlılık değerine, %96,60 F1-skoru değerine erişilmiştir. Bu yöntemin ayırt edilmesi zor olan aynı cinse ait türlerin tanınabilmesinde, sınıflandırılmasında başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Evrişimsel Sinir Ağları, ResNet-152, Örümcek Kuşu, Sınıflandırma

Classification of Some Species of Shrikes Family by Convolutional Neural Networks

Abstract: Birds are an integral part of nature and are extremely important to nature. Bird species classification is gaining more and more attention in the field of computer image processing due to its promising applications in biology and environmental research. Classification of bird species is defined as a difficult problem due to factors such as natural habitat backgrounds, ambient light and the posture of the bird to be detected. In this study; Three species belonging to the genus Lanius from the Shrikes-family were classified using Convolutional Neural Networks ResNet-152 architecture. As a result; An accuracy of 96.59%, precision of 96.62%, recall of 96.59%, F1-score of 96.60% was achieved with the tests performed for the classification. It has been observed that this method is successful in recognizing and classifying species belonging to the same genus that are difficult to distinguish.

Keywords: Convolutional Neural Networks, Resnet-152, Shrike, Classification

¹**Address (Adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksekokulu, Isparta, Türkiye

²**Address (Adres):** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** mahmuttokmak@isparta.edu.tr

Citation (Atıf): Tokmak, M., Kırac, A. (2021). Evrişimsel Sinir Ağları ile Örümcek Kuşugillerin Bazı Türlerinin Sınıflandırılması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 72-79.

1. GİRİŞ

Ekosistemdeki dengenin sağlanması açısından kuşlar hayati önem taşımaktadırlar. Kuşların incelenmesi, çevremizdeki dünyayı daha iyi anlamaya ve doğa ile ilgili önemli bilgileri kavramaya yardımcı olması açısından önem arz etmektedir. Kuş tanımlama, ornitologlar için iyi bilinen bir sorundur. Çevre bilimciler ekosistemleri anlamak için genellikle kuşları inceleyerek analizlerini yapmaktadırlar çünkü kuş türleri çevresel değişikliklere duyarlıdır (Hussain vd., 2018; Islam vd., 2019).

Türkiye biyolojik çeşitliliğinin en önemli unsurlarından biri olan kuşlar Aves sınıfı içerisinde yer alırlar ve ülkemizde 450'den fazla kuş türü temsil edilirler (Gündoğdu vd., 2005; Osmanoglu ve Özdemir, 2014; Süel vd., 2019). Bugün halen kuş türlerinin teşhisi araştırmacılar tarafından geleneksel olarak dürbün, teleskop ve tür ayırma yardımıyla kuş kitapları yardımıyla yapılmaktadır.

Gelişen teknoloji ve disiplinler arası çalışmalar neticesinde Derin Öğrenme (Deep Learning: DL) yöntemleri görüntü işleme, ses tanıma, doğal dil işleme, zaman serisi analizi, kötü amaçlı yazılım tespiti gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Tokmak ve Küçüksille, 2019).

DL hayvan türlerini sınıflandırma amacıyla kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Chege, 2020; Graving vd., 2019; Moallem vd., 2021; Willi vd., 2019). Bu hayvanlar arasında yer alan kuş türlerinin sınıflandırılması amacıyla DL yöntemlerinden biri olan ESA yönteminin son yıllarda yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. ESA yönteminde ise, Inception Nets, AlexNet, VGG16, ResNet-18, ResNet-34, ResNet-101, ResNet-152 mimarilerinin kullanıldığı görülmüştür (Alter ve Wang, 2017; Islam vd., 2019; Kennelly ve Green, 2020; Kumar ve Das, 2018). Bu çalışmalar incelendiğinde farklı familyalara ve farklı cinslere dahil olan kuş türleri, hatta kuş teşhisinde uzman olmayan biri tarafından da farklı türlere ayrılacak veri setlerinin kullanıldığı görülmektedir.

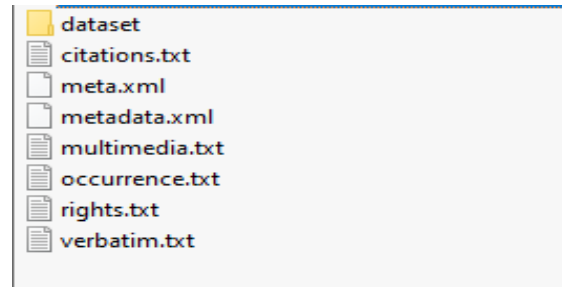
Kuş türlerinin bir görüntüden tanımlanması, şekil ve görünüm açısından çarpıcı biçimde değişen farklı kuş türleri, görüntülerin arka planı, fotoğraflardaki ışık koşulları ve pozdaki aşırı değişkenlik gibi sorunlar nedeniyle zorlu bir problem olarak tanımlanmaktadır (Alter ve Wang, 2017; Hussain vd., 2018).

Bu çalışmada aynı familyanın aynı cinsine ait, kuş teşhisinde uzaman araştırmacıların dahi teşhiste zorluk çekebileceği, aynı alan ve habitatta var/bulunma olasılığı yüksek 3 kuş türü belirlenmiştir. Çalışma verisini oluşturan bu kuşlar, Passeriformes (Ötücü Kuşlar) takımı içerisinde yer alan Lanidae familyası olarak bilinen örümcek kuşgüllerin Lanianus cinsine ait *Lanius nubicus* (LN), *Lanius collurio* (LC) ve *Lanius senator* (LS) türleridir. Bu üç tür ağaçlık ve çalılık bölgelerde yaşamaktadırlar. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında Akdeniz bölgesinde; örneğin Isparta- Sütçüler Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'nda bu üç tür aynı anda aynı alan içerisinde gözlemlenebilmektedir (Gündoğdu vd., 2005; IUCN, 2021).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Veri seti

Çalışmada kullanılan resimler GBIF (Global Biodiversity Information Facility) internet sitesinden indirilmiştir. GBIF dünyadaki her tür yaşamla ilgili verilere açık erişim sağlamayı amaçlayan, uluslararası bir ağ ve veri alt yapısıdır (GBIF, 2021a). Bu siteden indirilen veriler hazır veri setleri olmadığı için, indirilen dosyalardan veriler seçilerek bir veri seti oluşturulmuştur. Önerilen çalışmada kullanılan üç tür örümcek kuşu için sitede ayrı ayrı arama yapılarak veriler sıkıştırılmış bir dosya halinde indirilmiştir. Sıkıştırılmış dosya içerisinde tür ile ilgili Şekil 1'de gösterilen dosyalar ve klasör mevcuttur. "multimedia.txt" dosyası içinde resimler veya o tür ile ilgili ses dosyaların içerdiği Url adresleri bulunmaktadır. Bu Url adreslerinden Python programlama dili kullanılarak yazılan bir uygulama ile resimler indirilmiştir.



Şekil 1. Sıkıştırılmış dosya içeriği

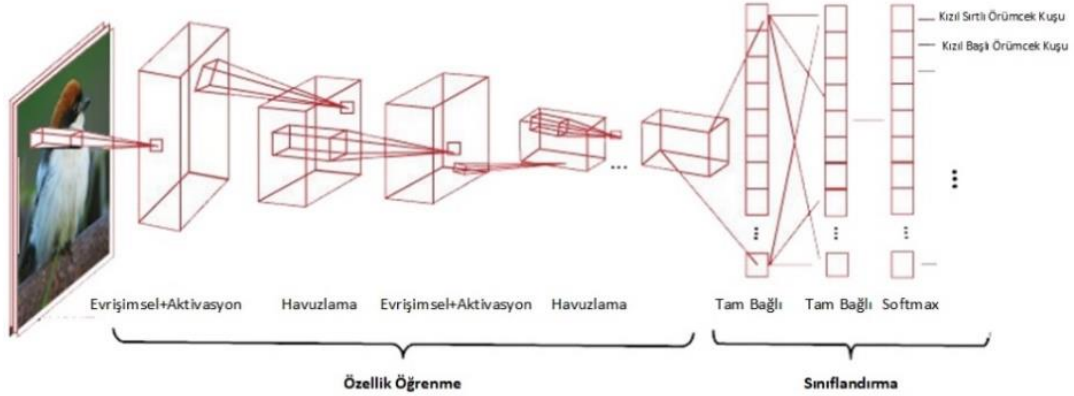
Bu resimler incelenip ölü olarak resmedilen kuşlar, sadece kuş tüylerini içeren resimler elimine edilerek LC için 639 tane resim, LS için 560 tane resim, LN için 420 resim seçilmiştir (GBIF, 2021b; GBIF, 2021c; GBIF, 2021d). Şekil 2'de bu kuşlardan örnekler gösterilmiştir.



Şekil 2. Veri setindeki kuşlardan seçilen örnekler

2.2. Evrişimsel sinir ağları

ESA, son yıllarda görüntü işlemeden ses tanımaya, örüntü tanıma ile ilgili çeşitli alanlarda fark yaratan başarılı sonuçlar elde etmiştir (Albawi vd., 2017; Hussain vd., 2018). Denetimli öğrenme algoritması olarak ESA, özellikle görüntü bölütleme, örüntü tanıma, saptama ve sınıflandırma işlemlerinde yaygın olarak kullanılan bir derin öğrenme yöntemidir (Lu vd., 2020). ESA, öğrenme yoluyla kendi kendini optimize eden nöronlardan oluşmaları bakımından geleneksel yapay sinir ağlarına benzer yapıdadır ve çok katmanlı algılayıcıların bir türüdür



Şekil 3. ESA mimarisi

Evrişimsel katmanda giriş filtreleme ve özellik haritaları elde etme işlemi yapılır. Havuzlama katmanında özellik haritalarından oluşan örneklerin özeti çıkarılarak parametre sayısı azaltılmış ve ağı daha hızlı bir şekilde öğrenmesi sağlanabilmektedir. Tam bağlantılı katmandaki her nöron kendinden önce gelen katmandan gelen tüm girişlere bağlı olarak çıkış üretir. Her katman bir önceki katmanın sonucuna göre özellik çıkarır ve tüm katmanları birleştirip eğiterek özellik yapısını öğrenebilmektedir. Burada amaçlanan, düşük seviye detaylardan başlayıp yüksek seviye detaylara kadar etkili bir öğrenme gerçekleştirebilmektir (Acı ve Çırak, 2019; Büyükarıkan ve Ülker, 2020).

ESA'nın eğitilmesi ve test edilmesi işlemleri için Google Colaboratory ya da kısaca Colab bulut sistemi kullanılmıştır. Bu sistem NVIDIA Tesla K80 GPU ile büyük veriler üzerinde çok fazla hesaplama işlemi hızlı bir şekilde yapabilmekte, içerisinde birçok Python ve derin öğrenme kütüphanesini hazır olarak bulundurmakta ayrıca ücretsiz olarak hizmet vermektedir (Colab, 2021).

Bu çalışmada; standart ESA olarak önceden eğitilmiş Resnet-152 kullanılmıştır. Kullanılan modelin eğitimi ve testi için fast.ai kütüphanesi kullanılmıştır (fast.ai, 2021). Modelde verilerin %80'i eğitim için %20'si test için rastgele olarak ayrılmıştır. Giriş verileri için batch_size parametresi 64 olarak ayarlanmış ve modelde kullanılan epok değeri 50 olarak belirlenmiştir.

(Büyükarıkan ve Ülker, 2020; O'Shea ve Nash, 2015; Türkoğlu vd., 2020).

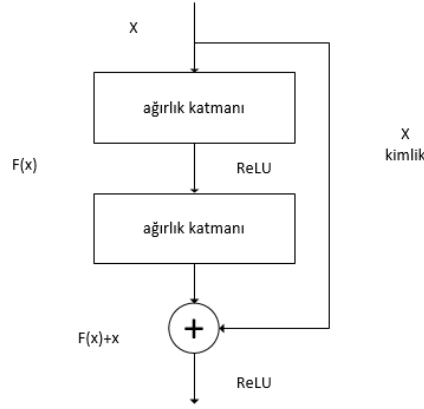
Bir ESA, giriş katmanı, çıkış katmanı ve birden çok gizli katmandan oluşmaktadır. Gizli katmanlar ise tipik olarak evrişimsel katman (convolutional layer), havuzlama katmanı (pooling layer), tamamen bağlı katman (fully connected layer) ve normalleştirme katmanlarından (normalisation layer, ReLU) oluşmaktadır. Daha karmaşık modeller için ek katmanlar kullanılabilir (Hussain vd., 2018; O'Shea ve Nash, 2015). Genel bir ESA Şekil 3'te gösterilmiştir.

2.3. ResNet mimarisi

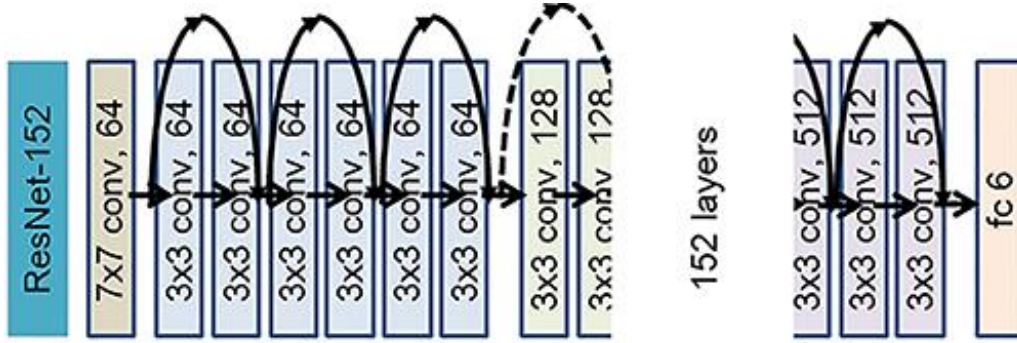
ResNet ESA mimarisi; ImageNet veri seti üzerinde eğitilmiş ve %3,57 hata oranına erişerek bu başarı oranı ile ILSVRC-2015 yarışmasının sınıflandırma görevinde birinciliği kazanmıştır. ILSVRC & COCO 2015 yarışmasının ImageNet algılama, ImageNet yerelleştirme, COCO algılama ve COCO segmentasyonu görevlerinde de birinciliği kazanmıştır (He vd., 2016).

ESA'da derinliğin artırılması yani katman sayısının artırılması modelin eğitim doğruluğu performansını arttırmaktadır. Fakat derinlik arttıkça bozulma ve gradyan kaybolma sorunu oluşmaktadır. Bu sorunların önüne geçmek amacıyla ResNet mimarisi, ara katmanları birbirine bağlayan artık bloklar (Residual block) eklemektedir. Eklenen artık bloklar sayesinde, doğabilecek bozulma ve gradyan kaybolma sorunlarının önüne geçerek daha derin mimarilerin oluşturulabilmesine olanak sağlanmış olmaktadır. Şekil 4'te gösterilen artık blokta, girişten çıkışa bir bağlantı yapılarak, x değeri $F(x)$ fonksiyonuna eklenmektedir. Ekleme işleminden sonra $F(x)+x$ fonksiyonu birlikte ReLU'den geçirilmektedir. Bu sayede önceki katmanlarda eğitilen değerler takip eden katmana daha güçlü olarak iletilmesi hedeflenmektedir.

ResNet'in klasik mimarisi ResNet-18, ResNet-34, ResNet-50, ResNet-101, ResNet-152 çeşitlerini içermektedir ve Şekil 5'te ResNet-152 mimarisi gösterilmiştir (Han vd., 2018; He vd., 2016; Lu vd., 2020; Talo, 2019).



Şekil 4. Artık blok (He vd., 2016)



Şekil 5. ResNet-152 mimarisi (Han vd., 2018)

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan; LC, LN ve LS'den oluşan üç türe ait veri setinde 1296 tane resim eğitim için kullanılmış, 323 tanesi test için ayrılmıştır.

Kurulan modelde veri seti gerekli klasörlerden okunduktan sonra, veri seti içindeki sınıflardan rastgele seçilen örnek görüntüler Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Veri seti örnek görünüm

Kurulan modelin başarımının değerlendirilebilmesi için kullanılan; doğru sınıflandırılan sınıf örneklerinin oranı

olan doğruluk değeri Eşitlik 1'de, pozitif olarak tahmin edilen örneklerin gerçekte ne kadarının pozitif olduğunu ifade eden kesinlik (precision) değeri Eşitlik 2'de, gerçek pozitif değerlerin ne kadarının doğru olduğunu ifade eden duyarlılık (recall) değeri Eşitlik 3'te, kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalaması olan F1-skoru (F1 score) Eşitlik 4'te gösterilmiştir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP+TN}{TP+FN+TN+FP} \quad (1)$$

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

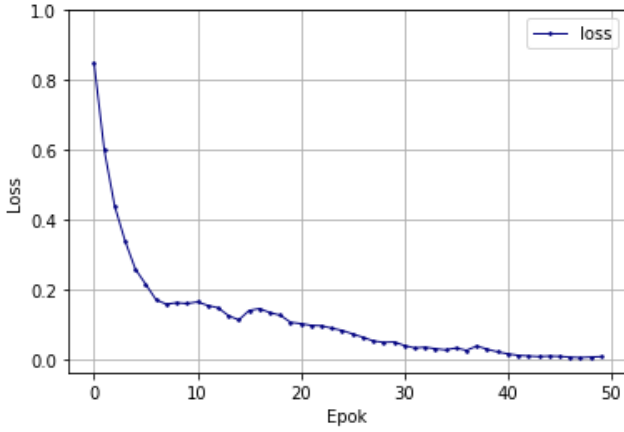
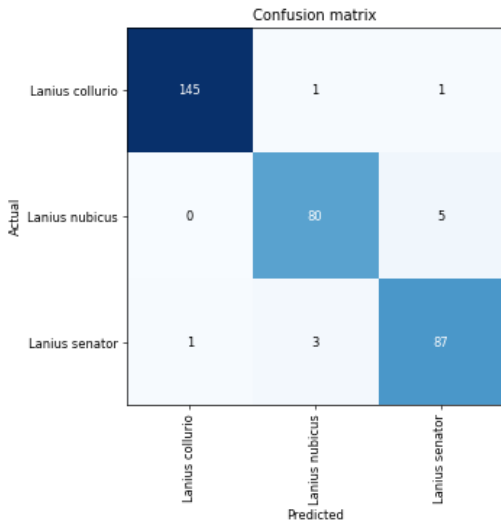
$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$F1\text{-Skor} = \frac{2 \times \text{Duyarlılık} \times \text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}} \quad (4)$$

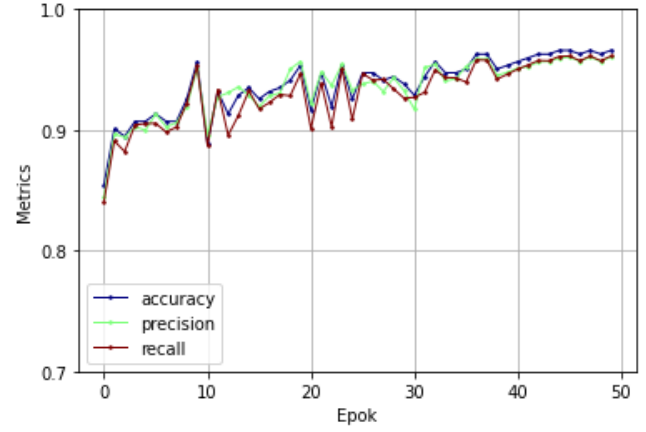
Çalışmada önerilen ESA Resnet-152 mimarisi ile kurulan modelde %96,59 doğruluk değerine, %96,62 kesinlik değerine, %96,59 duyarlılık değerine, %96,60 F1-skoru değerine erişilmiştir ve Çizelge 1'de gösterilmiştir. Modelin kayıp değeri (Loss) 0.004871'e kadar düşürülmüş ve Şekil 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Model performans metrikleri

	Kesinlik	Duyarlılık	F1-skoru	Destek
<i>Lanius senator</i>	0.9932	0.9864	0.9898	147
<i>Lanius collurio</i>	0.9524	0.9412	0.9467	85
<i>Lanius nubicus</i>	0.9355	0.9560	0.9457	91
Makro ortalama	0.9603	0.9612	0.9607	323
Ağırlıklı ortalama	0.9662	0.9659	0.9660	323
Doğruluk				0.9659

**Şekil 7.** Model kayıp (loss) grafiği**Şekil 8.** Karmaşıklık (confusion) matrisi

Şekil 8'deki model tahmini karmaşıklık matrisine bakıldığında; LC için 145 tanesini doğru olarak sınıflandırmış bir tanesini LN, bir tanesini LS olarak yanlış tahmin ederek yanlış sınıflandırmıştır, LN için 80 tanesini doğru sınıflandırmış beş tanesini de LS tahmin ederek yanlış sınıflandırmıştır, LS için 87 tanesini doğru sınıflandırmış, bir tanesini LC, 3 tanesini de LN tahmin ederek yanlış olarak sınıflandırmıştır.

**Şekil 9.** Model doğruluk, kesinlik, duyarlılık grafiği

Modelin performans ölçütlerinden olan doğruluk, kesinlik, duyarlılık değerleri ile ilgili grafik Şekil 9'da gösterilmiş, modelin tahmin ettiği ve gerçekte olan sonuçları gösteren örneklerin bulunduğu görsel Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Model tahmin sonuç görselleri

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kuşlar, yaşadığımız çevrenin ayrılmaz bir parçasıdır ve doğa için son derece önemlidir. Kuş türleri sınıflandırması, biyoloji ve çevre araştırmalarındaki umut verici uygulamaları nedeniyle bilgisayar görüntü işleme alanında giderek daha fazla ilgi görmektedir. Kuş türlerinin sınıflandırılmasında, doğal yaşam alanı ile ilgili arka plandaki sorunlar, ortam ışığı, ve tespit edilmek istenen kuşun duruşu gibi faktörler zorlaştırıcı bir etki yaratmaktadır.

Son yıllarda kuş türlerinin teşhisi konusu, uzmanların dışında kuş gözlemciliği gibi faaliyetlerle oldukça artmıştır. Kuşların uzaktan dürbün ve teleskop gibi ekipmanlarla birlikte kuş teşhisi yardımcı el kitapları yardımıyla teşhisi halen kullanılan en iyi yöntemdir. Bunun yanı sıra kuşlar gelişmiş objektifler ve görüntüleme teknolojileri sayesinde doğa fotoğrafçıların ilgi odağı olmuşlardır. Bu nedenle kuşlar diğer hayvan sınıflarına göre teşhisleri isimlendirilmeleri açısından daha popüler hale gelmişlerdir.

Yine son yıllarda insan faktörünü dışarda bırakan yapay zeka alanındaki gelişmeler bir çok alanda deneme ve geliştirilme aşamasında oldukça ilgi görmüştür. Günümüzde görüntüden faydalanılarak yapılan birçok sınıflandırma tıp bilimlerinden doğa bilimlerine kadar pek

çok alanda en az hata oranı ve iş zaman tasarrufu sağlaması ile de uygulama açısından kabul görmüştür.

Literatürde son yıllarda kuşlar ile yapılan ESA çalışmaları artmaktadır. Bu çalışmalardaki başarı oranları yeterli görülse de veri setleri incelendiğinde, sınıflandırılması yapılan türlerin farklı, takım, familya ve cinslere ait oldukları görülmüştür (Dipta Das ve Kumar, 2018; Islam vd., 2019). %55-89 arasında değişen bu sonuçların kuş sistematikçileri dışındaki bir kişinin dahi ayırt edebileceği bir veri seti ile elde edildiği görülmüştür. Önerilen çalışma ise aynı familyanın aynı cinsine ait birbirinden ayrılması uzmanlar tarafından bile güçlükle yapılabilen, aynı habitatta aynı anda karşılaşılabileceğimiz üç örümcek kuşu türü üzerine yapılmıştır. %96,59'lık doğruluk değeri, %96,62 kesinlik değeri, %96,59 duyarlılık değeri, %96,60 F1-skoru değerlerine erişilerek bahsedilen hususlar dahilinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 2' deki örnekler incelendiğinde bu türlerin birbirine çok benzediği görülmektedir. Şekil 8' deki karmaşıklık matrisi de bu benzerlikten kaynaklanan hatalara işaret etmektedir. Elde edilen görüntülerin arka planı, fotoğraflardaki ışık koşulları ve resmedilen kuşun duruş özelliklerinin sonuçlara etki ettiği tespit edilmiştir.

Bu bağlamda; ESA, ResNet-152 mimarisinin kuş türlerinin sınıflandırılması için oldukça kullanışlı olduğu ortaya konmuştur. İlerleyen çalışmalarda, daha çok kuş türü için,

daha fazla veri sağlanıp, hata oranını minimuma indirerek kuş teşhisine faydalı olan makine ve teçhizatlar geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Acı, Ç., Çırak, A. (2019). Türkçe Haber Metinlerinin Konvolüsyonel Sinir Ağları ve Word2Vec Kullanılarak Sınıflandırılması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 219-228. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.457917>
- Albawi, S., Mohammed, T. A., Al-Zawi, S. (2017). Understanding of a convolutional neural network. 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186>
- Alter, A. L., Wang, K. M. (2017). An Exploration of Computer Vision Techniques for Bird Species Classification. Stanford University.
- Büyükarıkan, B., Ülker, E. (2020). Aydınlatma Özniteliği Kullanılarak Evrimsel Sinir Ağı Modelleri İle Meyve Sınıflandırma. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 81-100. <https://doi.org/10.17482/uumfd.628166>
- Chege, H. N. (2020). Prototyping Artificial Intelligent Classifiers using Deep Learning. Authorea Preprints.
- Colab, (2021). Google Colaboratory, <https://colab.research.google.com/> (Erişim Tarihi: 21.01.2021).
- Dipta Das, S., Kumar, A. (2018). Bird Species Classification using Transfer Learning with Multistage Training. arXiv e-prints, arXiv-1810.
- fast.ai, (2021). fast.ai, <https://www.fast.ai/> (Erişim Tarihi: 10.02.2021).
- GBIF, (2021a). Global Biodiversity Information Facility, <https://www.gbif.org/what-is-gbif> (Erişim Tarihi: 14.02.2021).
- GBIF, (2021b). Global Biodiversity Information Facility, <https://doi.org/10.15468/dl.ychdz8> (Erişim Tarihi: 09.01.2021).
- GBIF, (2021c). Global Biodiversity Information Facility, <https://doi.org/10.15468/dl.gwtcd2> (Erişim Tarihi: 09.01.2021).
- GBIF, (2021d). Global Biodiversity Information Facility, <https://doi.org/10.15468/dl.4m9re7> (Erişim Tarihi: 21.01.2021).
- Graving, J. M., Chae, D., Naik, H., Li, L., Koger, B., Costelloe, B. R., Couzin, I. D. (2019). DeepPoseKit, a software toolkit for fast and robust animal pose estimation using deep learning. *Elife*, 8, e47994.
- Gündoğdu, E., Ünal, Y., Sarıkaya, O. (2005). Yazılı Kanyon Tabiat Parkı Kuş ve Memeli Türleri Üzerine Araştırmalar. *Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, Isparta*, 8-10.
- Han, S. S., Park, G. H., Lim, W., Kim, M. S., Na, J. I., Park, I., Chang, S. E. (2018). Deep neural networks show an equivalent and often superior performance to dermatologists in onychomycosis diagnosis: Automatic construction of onychomycosis datasets by region-based convolutional deep neural network. *PloS one*, 13(1), e0191493.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 770-778.
- Hussain, M., Bird, J. J., Faria, D. R. (2018). A study on cnn transfer learning for image classification. *UK Workshop on computational Intelligence*, 191-202.
- Islam, S., Khan, S. I. A., Abedin, M. M., Habibullah, K. M., Das, A. K. (2019). Bird species classification from an image using vgg-16 network. *Proceedings of the 2019 7th International Conference on Computer and Communications Management*, 38-42.
- IUCN, (2021). IUCN Red List of Threatened Species, <https://www.iucnredlist.org/> (Erişim Tarihi: 23.02.2021).
- Kennelly, S., Green, R. (2020). Classifying Bird Feeder Photos. 2020 35th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ), 1-6.
- Kumar, A., Das, S. D. (2018). Bird Species Classification Using Transfer Learning with Multistage Training. *Workshop on Computer Vision Applications*, 28-38.
- Lu, Z., Bai, Y., Chen, Y., Su, C., Lu, S., Zhan, T., Hong, X., Wang, S. (2020). The classification of gliomas based on a pyramid dilated convolution resnet model. *Pattern Recognition Letters*, 133, 173-179.
- Moallem, G., Pathirage, D. D., Reznick, J., Gallagher, J., Sari-Sarraf, H. (2021). An explainable deep vision system for animal classification and detection in trail-camera images with automatic post-deployment retraining. *Knowledge-Based Systems*, 106815.
- O'Shea, K., Nash, R. (2015). An introduction to convolutional neural networks. arXiv preprint arXiv:1511.08458.
- Osmanoğlu, T., Özdemir, İ. (2014). Isparta-Gölcük Tabiat Parkı ormanında meşcere yapısı ile kuş türü zenginliği arasındaki ilişkiler. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 7(3), 78-86.
- Süel, H., Oğurlu, İ., Ertuğrul, E. T. (2019). Karacaören I Baraj Gölünün Kuş Faunası. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 22-28.
- Talo, M. (2019). Pneumonia Detection from Radiography Images using Convolutional Neural Networks. 2019 27th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4. <https://doi.org/10.1109/SIU.2019.8806614>
- Tokmak, M., Küçükşille, E. U. (2019). Kötü Amaçlı Windows Çalıştırılabilir Dosyalarının Derin Öğrenme ile Tespiti. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(1), 67-76. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.531801>

- Türkoğlu, M., Hanbay, K., Saraç SiVriKaya, I., Hanbay, D. (2020). Derin Evrişimsel Sinir Ağı Kullanılarak Kayısı Hastalıklarının Sınıflandırılması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(1), 334-345. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.562101>
- Willi, M., Pitman, R. T., Cardoso, A. W., Locke, C., Swanson, A., Boyer, A., Veldthuis, M., Fortson, L. (2019). Identifying animal species in camera trap images using deep learning and citizen science. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(1), 80-91. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13099>

Effects of Salicylic Acid on Triticale under Salt Stress

İbrahim Ertan Erkan¹, Özlem Aras Aşçı¹

Abstract: The goal of this study was to determine the effect of salicylic acid (50 µM) on triticale grown under salt stress. In this study, we investigated shoot and root lengths, malondialdehyde, proline, ion leakage, relative water content, chlorophyll content. The results indicated that salicylic acid is quite effective to deal with salt stress. Anatomically shoot (3%) and root lengths (4%), as well as relative water content (12%) and chlorophyll content (9%), were increased by salicylic acid under salt toxicity by comparison to merely the salt application. Moreover, according to the only salt stressed plant, malondialdehyde, proline, and ion leakage were decreased 7%, 26%, 23% respectively by the application of salicylic acid in shoot tissues under salt stress. Similarly, SA decreased malondialdehyde, proline and ion leakage in root tissues under salt stress. Overall our results indicated that salicylic acid can be used for agricultural production of triticale under salt stress.

Anahtar kelimeler: Triticale, salt toxicity, salicylic acid, malondialdehyde.

¹Address: Department of Pharmacy Services, Gelendost Vocational School, Isparta University of Applied Sciences, 32900, Isparta, Turkey.

***Corresponding author:** ozlemaras@isparta.edu.tr

Citation: Erkan, İ.E., Aras Aşçı, Ö. (2021). Effects of Salicylic Acid on Triticale under Salt Stress, Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 80-85.

1. INTRODUCTION

Salinity is one of the factors affecting productivity in cultivated areas. Saline-alkaline soils are defined as soils that contain both salt and sodium at a level that prevents the usual growth and development of cultivated plants (Kanber et al., 2005). Soil salinity reduces water uptake and root growth as well as transpiration and respiration of the plant. As a result, the hormonal balance is destroyed, photosynthesis decreases, protein synthesis decreases as a result of the decrease in nitrate intake and the plant height decreases. As this affects the wet and dry weight of the plant, it reduces the number of flowers and causes a decrease in yield (Karım et al., 1993; Kanber et al., 2005). In areas where soil salinity cannot be controlled, plants with high salt resistance that can provide economic efficiency should be cultivated. Koebner and Martin (1996) identified triticale as the primary salt-resistant grain in their study, in which they examined high-level salt-resistant grains. However, even triticale can become unsuitable for agriculture after a certain salinity level.

In recent years, many studies have been carried out on the synthetic production of some growth regulating substances and their effects on the improvement of plant product quality and yield (Sarinana-Aldaco et al., 2020; Yadav et

al., 2020). Salicylic acid (SA), which is commercially produced acetylsalicylic acid (ASA), is synthesized by higher plants and some microorganisms, and also stimulates systemic acquired resistance (SAR) against bacterial, fungal and viral infections in the plant and nitrate reductase in some plants (Abdelkhalek and Al-Askar, 2020; Huang et al., 2020). It is a growth regulator that causes physiological effects such as increasing the activity and dry matter amount.

SA is formed by the catalysis of many chemical reactions by a large number of enzymes. SA synthesis pathway starts with shikmic acid and is completed by three different pathways. Benzoic acid and ortho-coumaric acid are present in the reaction before salicylic acid synthesis (Khan et al., 2015). It was determined that salicylic acid stimulates flowering promotes, shoot formation, stimulates rooting (El-Kinany, 2020), prevents leaf fall, blocks ethylene synthesis (Lee and Yoon, 2020), and increases grain yield (Yadav et al., 2020). They reported that foliar application of salicylic acid in corn and soybean increased pore density and transpiration, as well as leaf area and plant dry weight, but did not affect plant height and root length (Khan et al., 2003). Salicylic acid (SA) is a substantial key molecule in the signal transduction pathway of biotic and abiotic stress factors. SA could be a promising compound for the

decrease of the abiotic stress sensitivity of crops (Horváth et al., 2007; Khan et al., 2015) SA has been found to alleviate the detrimental effects of various stress factors in plants. Recent investigations have shown that SA alleviated salt stress damage in various plants (Khan et al., 2014; Khan et al., 2015; Nazar et al., 2015). Salicylic acid also increases the tolerance of triticale plants under abiotic stress conditions such as salinity (Yanyan et al., 2005), high and low temperature, frost (Gołębiewska-Pikania et al., 2019), heavy metal (Talebi et al., 2014) water and drought (Shanazari et al., 2018) stress. SA concentration is important for effective protection and growth, in the present research 50 μM SA used in accordance with literature (Kováčik et al., 2009; Shakirova et al., 2016). Besides, a preliminary experiment was conducted to determine SA concentration.

With the rapid increase in the world population, the decrease in natural resources has intensified efforts to develop new plant species and varieties resistant to stress conditions. One of the most successful products obtained as a result of plant breeding and genetic studies is triticale (Müntzing, 1979). Triticale, which is the result of the hybridization of wheat and rye; while it gets the yield potential comes from durum wheat, its resistance to cold, drought and marginal soil conditions comes from rye. It is also known to show resistance to most diseases and pests (Varughese et al., 1996; Lelley, 2006; Lonbani and Arzani, 2011). During salinity in plants, excessive amounts of reactive oxygen species (ROS) are produced in cell organelles and this causes oxidative damage (Foyer and Shigeoka, 2011). It was reported that triticale cultivars increased antioxidative responses to varying amounts of NaCl (Demirbas and Balkan, 2020).

Present investigation has been designed to understand role of SA on triticale under salt toxicity. The result of this work is very important for sustainable agriculture and future investigation.

2. MATERIALS and METHODS

2.1. Growth Conditions and Stress Treatments

Triticale (*Triticosecale*) cv. Umranhanım seeds were kindly sourced from The East Anatolian Agricultural Research Institute of Turkey. To prevent contamination, the seeds were the first surface sterilized with 8% sodium hypochlorite, then rinsed with sterile autoclaved water four to five times. The seedlings were grown in plastic pots filled with perlite at $24 \pm 1^\circ\text{C}$ in a growth chamber under controlled conditions, 8 hours dark and 16 hours light ($400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) photo-cycle.

The experiment was first started as seed germination with $\frac{1}{2}$ Hoagland (pH 5.8) solution (Hoagland and Arnon, 1950). Germinated seeds reached a sufficient size after 14 days of growth, subsequently the determined salt stress (200 mM sodium salt) were applied into $\frac{1}{2}$ Hoagland solutions for 3 days (Table 1).

The seeds containing the control set were regularly irrigated with $\frac{1}{2}$ Hoagland's solution. Salicylic acid (50 μM) was added as from the initiate of seedling germination (Table 1). Moreover in overall, four individual treatments were given as Control, NaCl, SA, SA and NaCl. Plants were removed from their perlites at the end of 17 days to performed analyzes. Experiments were carried out in 3 replicates for each analysis.

Table 1. Treatments, time and medium parameters

Treatments Duration (24°C)	Medium first 14 days	Medium 14-17 days
Control	$\frac{1}{2}$ Hoagland	$\frac{1}{2}$ Hoagland
Salt	$\frac{1}{2}$ Hoagland	$\frac{1}{2}$ Hoagland + Salt (200 mM)
SA	$\frac{1}{2}$ Hoagland + SA (50 μM)	$\frac{1}{2}$ Hoagland + SA (50 μM)
SA+Salt	$\frac{1}{2}$ Hoagland + SA (50 μM)	$\frac{1}{2}$ Hoagland + SA (50 μM) + Salt (200 mM)

2.2. Growth parameters

Triticale shoots and root pieces were removed from the perlite after the 17th days of growth and the lengths of the tissues were measured in cm.

2.3. Determination of malondialdehyde (MDA) content

Malondialdehyde (MDA) content was used to determine lipid peroxidation by the method of Ohkawa and the research group (Ohkawa et al., 1979). Fresh tissues were triturated with liquid nitrogen and then treated with 5% trichloroacetic acid (TCA). The lysed tissues were centrifuged at 12000 rpm for 15 minutes. Thiobarbituric acid was added to Trichloroacetic acid (1/4 w / w) at the specified ratio then supernatant in the same amount was incubated 25 minutes at 96°C on a dry heat block. The samples were centrifuged at 10000 rpm for 5 minutes in order to obtain a supernatant. Supernatant absorbances were

evaluated at 532 nm subsequently to determine substrate to nonspecific turbidity absorbance was read at 600 nm. MDA contents were calculated by using an extinction coefficient of $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

2.4. Determination of proline amounts

Proline contents were determined by the methods of Bates and friends (1973). Firstly 0.2 g of tissue was dissected with the help of liquid nitrogen and then treated with 3% sulfosalicylic acid. The 0.1 ml supernatant was then mixed with 0.1 ml of 3% sulfosalicylic acid, 0.2 ml of acid ninhydrin and 0.2 ml of 96% acetic acid. These mixtures were incubated at 96°C for 1 hour then 1 ml of toluene was added and centrifuged. The absorbance value of the supernatants were evaluated at 520 nm to determine proline amounts.

2.5. Determination of cell ion leakage

Thermo Scientific Orion 013016MD conductivity meter was used to measure electrical conductance. Membrane damage of shoot and root tissues was determined with the help of the method developed by Nanjo and friends (1999). Tissues were incubated in mannitol at falcon tubes for 3 hours and then EC_1 values were measured. Afterwards incubated them at boiling water for 10 minutes then cooling at room temperature, EC_2 value was obtained. After these processes, the ion leakage was calculated using the formula $(EC_1/EC_2) \times 100$ as % EC.

2.6. Determination of relative water content

Relative water content was calculated using the method developed by Smart and Bingham (1974). Leaf explants was used to acquire relative water content (RWC) values. Firstly, the leaf weights were measured and the plants were immersed in water for 24 hours at room temperature. Subsequently turgid mass was obtained by weighed to hydrated tissues. Tissues were afterward dried in a warm (60°C) incubator at 48 hours later weighed for the evaluation of dry masses.

2.7. Determination of chlorophyll (SPAD) content

Konica-Minolta SPAD-502PLUS Chlorophyll meter was used for obtaining SPAD value. SPAD-502PLUS device was calibrated according to the manufacturer's instructions. Each leaf SPAD value was acquired at least 15 readings and then chlorophyll determinations were performed.

2.8. Data analysis

Experiments were carried out in 3 replicates per analysis. The importance of the implementation effect was determined at the 5% prospect level by utilized the Tukey test of one-way ANOVA with the assistance of SPSS 15 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., IL, USA).

3. RESULTS and DISCUSSION

A present investigation was examined by shoot lengths, MDA, proline, ion leakage, relative water content (RWC), and chlorophyll content on triticale under salt stress. Our findings were proving that SA is a promisingly beneficial effect on triticale production under salt stress.

The production of salicylic acid protects plants against environmental stresses with the increased enzyme activity of SA in the biosynthetic pathway. Salicylic acid has played a role in many plants in improving salinity stress tolerance mechanisms (Khan et al., 2015). The investigation was explained that salt causes oxidative stress, peroxidation of membrane lipids, and membrane damage (Ye et al., 2000). The relevant literature was clearly signified that SA in low dose increases the seed germination by reducing oxidative damage under salt toxicity (Rivas-San Vicente and Plasencia, 2011). Therefore probably plant shoot lengths were improved with the application of SA under high salinity stress (Table 2). Moreover in salt toxicity, SA was provided shoot lengths as much as control plants. Similarly,

root lengths were increased by SA under salt stress, although not as much as control plants (Table 3).

Former investigations were stated as lipid peroxidation and membrane permeability increased under salt stress. A recent study was explaining that salt stress causes a significant increase in MDA content on maize (Torgüt and Akbulut, 2020). However, lipid peroxidation was decreased by the application of SA (Gunes et al., 2007; Horva'th et al., 2007; Azooz, 2009). Our findings indicating that SA was played an important role in membrane damage prevention (Table 2 and Table 3). MDA content was decreased in both shoot and root tissues on triticale under salt toxicity by SA treatments. Control and SA treated plants statistically the same importance. However, SA has decreased MDA contents as statistically important under high saline conditions.

Plants benefit proline as an osmoprotectant to overcome and combat the negative factors created by abiotic stresses. Plants were exposed to stress, synthesize osmotic regulators and deposit them in their tissues (Chookhampaeng, 2011; Mohamed et al., 2018). Proline content probably rises to protect plants when plants deal with stress. The recent research demonstrated that SA was reduced proline content under salt toxicity (Shahba et al., 2010). Present research proline results were statistically similar on both shoot and root tissues (Table 2 and Table 3). Moreover, proline contents were relatively high at salt toxicity. However, SA was reduced proline content on shoot and root tissues under salt stress. These findings were clarifying that SA decreased salt stress, therefore proline content comparatively reduced (26%) according to only salt-treated samples.

Cell membrane stability is widely used to determine stress tolerance. Membrane leakage, which is an indicator of cell membrane integrity and increment comparatively with damage (Palta et al., 1982; Premachandra et al., 1992). The amount of ions leaking from the cytoplasm into the apoplastic fluid due to the functional disorders in the cell membrane that occur as a result of the damage (Eugenia et al., 2003). In various investigations, membrane leakages were decreased with the help of SA under salt stress (El-Tayeb, 2005; Azooz, 2009; Karlidag et al., 2009). Similarly, SA was reduced ion leakage level both shoot and root in present investigations (Table 2 and Table 3). Statistical differences were observed among the treatments. In accordance with MDA content, SA was provided membrane stability by decreasing ion leakage levels.

Relative water content (RWC) is an important component to understand plant water retaining capability. Many researchers defined that RWC enhanced under salt stress by SA treatments (El-Tayeb, 2005; Azooz, 2009; Karlidag et al., 2009). In a similar manner, SA was increased RWC (12%) under salt stress. Even SA was increased RWC according to control plants at salt-free samples (Table 3).

The investigation was reported that salt stress decreased the chlorophyll amount of cucumber seedlings, but treatment with SA increased the chlorophyll content (Yildirim et al., 2008). Plant protection against salt toxicity and photosynthesis regulation were providing by used of SA (Khan et al., 2010; Nazar et al., 2011; Syeed et al., 2011).

In salt toxicity, plant chlorophyll (SPAD) content similarly was increased by SA treatments. Therefore our findings explain that SA was importantly in maintaining chlorophyll

content (9% increased according only salt applied plant) under salt stress (Table 3).

Table 2. Performed analysis on shoot tissues on triticale under salt stress

Shoot tissues	Shoot lengths (cm)	MDA (nmol g ⁻¹)	Proline (μmol g ⁻¹)	Ion leakage %	RWC %	Chlorophyll (SPAD)
Control	29.05±0.15 ^a	4.41±0.11 ^c	27.31±1.36 ^c	4.40±0.03 ^c	87.10±0.44 ^b	36.42±0.52 ^a
Salt	27.84±0.30 ^b	5.58±0.04 ^a	61.51±2.11 ^a	7.20±0.04 ^a	71.91±0.28 ^d	28.06±0.63 ^c
SA	29.28±0.24 ^a	4.40±0.07 ^c	21.30±1.20 ^c	4.24±0.06 ^c	90.45±0.64 ^a	34.96±1.50 ^{ab}
SA+Salt	28.84±0.04 ^a	5.18±0.08 ^b	45.18±1.93 ^b	5.51±0.07 ^b	81.90±0.52 ^c	30.96±0.46 ^{bc}

Treatments represent in order Control (normal growth), Salt (200 mM salt application), SA (50 μM salicylic acid), simultaneous application of SA and Salt (50 μM salicylic acid and 200 mM salt) respectively. MDA and RWC stands

for malondialdehyde and relative water content respectively. The values appointed by distinct characters are meaningfully different on 5% significance level.

Table.3 Performed analysis on root tissues on triticale under salt stress

Root tissues	Root lengths (cm)	MDA (nmol g ⁻¹)	Proline (μmol g ⁻¹)	Ion leakage %
Control	17.18±0.10 ^{ab}	3.01±0.23 ^c	52.92±3.42 ^c	17.09±0.69 ^c
Salt	15.80±0.15 ^c	6.29±0.08 ^a	95.87±2.83 ^a	30.90±0.88 ^a
SA	17.46±0.18 ^a	2.74±0.13 ^c	48.62±2.70 ^c	17.07±0.72 ^c
SA+Salt	16.56±0.24 ^{bc}	4.79±0.09 ^b	70.27±2.60 ^b	25.03±0.83 ^b

Treatments represent in order Control (normal growth), Salt (200 mM salt application), SA (50 μM salicylic acid), simultaneous application of SA and Salt (50 μM salicylic acid and 200 mM salt) respectively. MDA and RWC stands

for malondialdehyde and relative water content respectively. The values appointed by distinct characters are meaningfully different on 5% significance level.

4. CONCLUSIONS

Present research on triticale revealed that SA was highly effective to provide tolerance to salt stress. The significant system components shoot and root tissues such as MDA, ion leakage, proline contents were decreased by SA applications under salt toxicity. Furthermore, shoot and root lengths, RWC, chlorophyll content were increased by SA under salt stress. Overall based on all performed analyses SA is a pretty good solution to tackle with salt stress. Therefore, our research will guide future studies on triticale production and the subject.

REFERENCES

- Abdelkhalek, A., Al-Askar, A.A. (2020). Green synthesized ZnO nanoparticles mediated by *Mentha spicata* extract induce plant systemic resistance against Tobacco mosaic virus. *Applied Sciences*, 10, 1-15.
- Azooz, M.M. (2009). Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 343-350.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
- Chookhampaeng, S. (2011). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content proline content and antioxidative enzymes of pepper (*Capsicum annum*

L.) seedling. *European Journal of Scientific Research*, 49, 103-109.

- Demirbas, S., Balkan, A. (2020). The effect of H₂O₂ pre-treatment on antioxidant enzyme activities of Triticale under salt stress. *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 73, 1169-1178.
- El-Kinany, R.G. (2020). The beneficial role of salicylic acid, triacontanol and δ-aminolevulinic acid on the growth, flowering and chemical composition of pansy (*Viola wittrockiana* gams) under salt stress conditions. *Hortscience Journal of Suez Canal University*, 9, 13-30.
- El-Tayeb, M.A. (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Journal of Plant Growth Regulation*, 45, 215-224.
- Eugenia, M., Nunes, S., Smith, G.R. (2003). Electrolyte leakage assay capable of quantifying freezing resistance in rose clover. *Crop Science*, 43, 1349-1357.
- Foyer, C.H., Shigeoka, S. (2011). Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant Physiology*, 155, 93-100.
- Gołębiewska-Pikania, G., Dziurka, M., Wąsek, I., Wajdzik, K., Dyda, M., Wędzony, M. (2019). Changes in phenolic acid abundance involved in low

- temperature and *Microdochium nivale* (Samuels and Hallett) cross-tolerance in winter triticale (*x Triticosecale* Wittmack). *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 1-14.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G., Cicek, N. (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164, 728-736.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I. (1950). The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, 347, 1-32.
- Horváth, E., Szalai, G., Janda, T. (2007). Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26, 290-300.
- Huang, W., Wang, Y., Li, X., Zhang, Y. (2020). Biosynthesis and regulation of salicylic acid and N-hydroxyphenylacetic acid in plant immunity. *Molecular Plant*, 13, 31-41.
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S., Yılmaz, N. (2005). Sulama, drenaj ve tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*. 3-7.
- Karim, M.A., Nawata, E., Shigenaga, S. (1993). Effects of salinity and water stress on the growth, yield and physiological characteristics in hexaploid triticale. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 37, 46-52.
- Karlıdag, H., Yildirim, E., Turan, M. (2009). Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola*, 66, 180-187.
- Khan, W., Balakrishnan, P., Smith, D.L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160, 485-492.
- Khan, N.A., Syeed, S., Masood, A., Nazar, R., Iqbal, N. (2010). Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *The International Journal of Plant Biology*, 1, 1-8.
- Khan, M.I.R., Asgher, M., Khan, N.A. (2014). Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (*Vigna radiata* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 67-74.
- Khan, M.I.R., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N.A., Khan, N.A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 6, 462.
- Koebner, R.M.D., Martin, P.K. (1996). High Levels of Salt Tolerance Revealed in Triticale. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N., Carnide, V.P. (editors). *Triticale: Today and Tomorrow*. Dordrecht, Developments in Plant Breeding, Springer. pp. 429-436.
- Kováčik, J., Grúz, J., Bačkor, M., Strnad, M., Repčák, M. (2009). Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant Cell Reports*, 28, 135-143.
- Lee, H.Y., Yoon, G.M. (2020). Strigolactone elevates ethylene biosynthesis in etiolated *Arabidopsis* seedlings. *Plant Signaling Behavior*, 15, 1-5.
- Lelley, T. (2006). Triticale: A low-Input Cereal with Untapped Potential. In: Singh, R.J., Jauhar, P.P. (editors). *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Cereals*. London, UK: Taylor & Francis Group. pp. 395-430.
- Lonbani, M.A., Arzani, A. (2011). Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*, 9, 315-329.
- Mohamed, H.I., Akladios, S.A., Ashry, N.A. (2018). Evaluation of water stress tolerance of soybean using physiological parameters and retrotransposon-based markers. *Gesunde Pflanzen*, 70, 205-215.
- Müntzing, A. (1979). *Triticale-Results and Problems*. Fortschritte der Pflanzenzüchtung. Verlag Paul Parey. Berlin and Hamburg, Germany.
- Nanjo, T., Kobayashi, M., Yoshida, Y., Kakubari, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (1999). Antisense suppression of proline degradation improves tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Letters*, 461, 205-210.
- Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S., Khan, N.A. (2011). Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *The Journal of Plant Physiology*, 168, 807-815.
- Nazar, R., Umar, S., Khan, N.A. (2015). Exogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. *Plant Signaling & Behavior*, 10, e1003751.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95, 351-358.
- Palta, J.P., Jensen, K.G., Li, P.H. (1982). Cell Membrane Alterations Following A Slow Freeze-Thaw Cycle: Ion Leakage, Injury and Recovery. In: Li PH, Sakai

- A (editors). In Plant cold hardiness and freezing stress. New York: Academic Press. pp. 221-242.
- Premachandra, G.S., Saneoka, H., Fujita, K., Ogata, S. (1992). Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *Journal of Experimental Botany*, 43, 1569-1576.
- Rivas-San Vicente, M., Plasencia, J. (2011). Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. *Journal of Experimental Botany*, 62, 3321-3338.
- Sarinana-Aldaco, O., Sanchez-Chavez, E., Fortis-Hernandez, M., González-Fuentes, J.A., Moreno-Resendez, A., Rojas-Duarte, A., Preciado-Rangel, P. (2020). Improvement of the nutraceutical quality and yield of tomato by application of salicylic acid. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48, 882-892.
- Shahba, Z., Baghizadeh, A., Vakili, S.M.A., Yazdanpanah, A., Yosefi, M. (2010). The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). *Journal of Biophysics and Structural Biology*, 2, 35-41.
- Shakirova, F.M., Allagulova, C. R., Maslennikova, D. R., Klyuchnikova, E. O., Avalbaev, A. M., Bezrukova, M. V. (2016). Salicylic acid-induced protection against cadmium toxicity in wheat plants. *Environmental and experimental botany*, 122, 19-28.
- Shanazari, M., Golkar, P., Mirmohammady Maibody, A.M. (2018). Effects of drought stress on some agronomic and bio-physiological traits of *Triticum aestivum*, Triticale, and Triticopyrum genotypes. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64, 2005-2018.
- Smart, R.E., Bingham, G.E. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53, 258-260.
- Syeed, S., Anjum, N.A., Nazar, R., Iqbal, N., Masood, A., Khan, N.A. (2011). Salicylic acid-mediated changes in photosynthesis, nutrients content and antioxidant metabolism in two mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 877-886.
- Talebi, S., Nabavi, K.S.M., Sohani, D.A.L. (2014). The study effects of heavy metals on germination characteristics and proline content of Triticale (*Triticoseale* Wittmack). *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3, 1080-1087.
- Torğut, G., Akbulut, G.B. (2020). Kopolimerlerin tuz stresini altındaki mısır bitkilerine etkisinin biyokimyasal olarak incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 448-455.
- Varughese, G., Pfeiffer, W.H., Pena, R.J. (1996). Triticale: A successful alternative crop: Part 1. *Cereal Foods World*, 41, 474-482.
- Yadav, T., Kumar, A., Yadav, R.K., Yadav, G., Kumar, R., Kushwaha, M. (2020). Salicylic acid and thiourea mitigate the salinity and drought stress on physiological traits governing yield in pearl millet-wheat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27, 2010-2017.
- Yanyan, L., Chuanpeng, N., Zhaorong, D. (2005). Physiological influence of two salicylic acids on triticale seed under salt stress. *Seed*, 1, 2.
- Ye, Z., Rodriguez, R., Tran, A., Hoang, H., de los Santos, D., Brown, S., Vellanoweth, R.L. (2000). The developmental transition to flowering represses ascorbate peroxidase activity and induces enzymatic lipid peroxidation in leaf tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science*, 158, 115-127.
- Yildirim, E., Turan M., Guvenc, I. (2008). Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 593-612.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarına Uygulanan Isıl İşlemin Üretilen Levhaların Formaldehit Emisyonu ve Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri

Abdullah Beram^{1*}, **Samim Yaşar¹**, **Aytaç Uz¹**

Özet: Bu çalışmada, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunundan elde edilmiş yongalara 120, 160 ve 180 °C’lerde 2 saat süreyle ısıl işlem uygulanmış ve yongalardan levhalar üretilmiştir. Kızılçamın kontrol ve ısıl işlem görmüş yongalarından üretilen levhalarda perforatör yöntemi ile formaldehit emisyonu değerleri belirlenmiştir. Levhaların yanma özellikleri ise tek kaynaklı alev testi yardımıyla incelenmiştir. Kontrol yongalarından üretilen levhalardan itibaren uygulanan sıcaklık derecesi arttıkça ısıl işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinde sürekli yükselmenin gerçekleştiği gözlenirken, levhaların yanma izi değerlerinde sürekli düşüş tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, ısıl işlem görmüş yongalardan üretilen levhaların iç ortamlarda kullanılacak ürünlerde değerlendirildiği takdirde formaldehit emisyonu salımları bakımından ortamdaki hava kalitesi ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkinin artacağı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, ısıl işlem görmüş yongalardan üretilen levhaların kısmen yanmaya dayanıklı dış yapılarda kullanılmasının önerilebileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, ısıl işlem, yongalevha, formaldehit emisyonu, tek kaynaklı alev testi.

Effects of Heat Treatment Applied to Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Particles on the Formaldehyde Emission and Burning Properties of Produced Boards

Abstract: In this study, particles obtained from brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood were heat-treated at 120, 160 and 180 °C for 2 hours and boards were produced from the particles. Formaldehyde emission values of boards produced from control and heat-treated particles of brutian pine were determined by perforator method. The burning properties of the boards were examined using a single source flame test. The continuous increase in the heat-treatment temperature led to the continuous increase in formaldehyde emission values obtained from the boards. A continuous decrease was observed in the burning trace values of the boards with the continuous increase in the heat-treatment temperature. The results showed that if the boards produced from heat-treated particles are evaluated in the products to be used in indoor environments, the negative impact on the ambient air quality and human health in terms of formaldehyde emission will increase. However, it has been observed that the boards produced from heat-treated particles may be used in partially fire-resistant exterior structures.

Keywords: Brutian pine, heat-treatment, particleboard, formaldehyde emission, single source flame test.

¹**Address (Adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye.

***Corresponding author (Sorumlu yazar):** abduallahberam@isparta.edu.tr

Citation (Atıf): Beram, A., Yaşar, S., Uz, A. (2021). Kızılcıçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarına Uygulanan Isıl İşlemin Üretilen Levhaların Formaldehit Emisyonu ve Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5 (1): 86-90.

1. GİRİŞ

Günümüzde mobilya ürünleri farklı yapısal alanlarda, çeşitli amaçlara yönelik kullanıma sahip olabilmektedirler. Ev ve iş yerlerine ait mekanlarda kullanılan mobilya ürünlerinin üretiminde çoğunlukla ahşap esaslı malzemeler düşük maliyetleri, alternatiflerine göre daha hafif olmaları, farklı renk ve desenlerde üretilebilmeleri, fiziksel, mekanik ve estetik özellikleri bakımından olumlu niteliklere sahip olmaları nedeniyle tercih konusu olmaktadır (Baumann vd., 2000; Bilgin, 2010; İstek vd., 2017a). Ev ve iş yerlerinin dışında, ahşap esaslı malzemeler inşaat, dekorasyon, köprü ve iskele yapımı ile taşımacılık sektöründe de kullanım alanı bulabilmektedir. Ahşap esaslı kompozit malzemeler, alternatifleri ile kıyaslandığında hem ekonomiklik hem de çeşitli teknik özelliklerinden kaynaklı olarak kullanım açısından bazı üstünlükler sergilemektedirler (Eroğlu ve Usta, 2000; Boran ve Usta, 2010; Hematabadi vd., 2012). Ahşap esaslı malzemeler, biyotik ve abiyotik etkiler sebebiyle boyutsal değişim, renklenme, çürüme, yapısal bozulma, direnç kayıplarına uğrayabilmektedirler. Yine, bu malzemelerin kolay tutuşmaları olumsuz yönleri olarak ortaya çıkmaktadır (Roffael, 2006; İstek vd., 2017b). Ahşap esaslı levha ürünlerinin üretiminde bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit (ÜF), melamin formaldehit (MF) ve fenol formaldehit (FF) gibi tutkallardan kaynaklanan emisyonlar kullanım alanının şartlarına bağlı olarak çevre ve insan sağlığı açısından önemli sorunları beraberinde getirmektedir (Boran ve Usta, 2010; Özalp, 2010; İstek vd., 2018).

Ahşap kökenli panel üretiminde çoğunlukla kullanılan bağlayıcı grubunu formaldehit esaslı sentetik tutkallar oluşturmaktadır. Bu tutkallardan özellikle ÜF tutkalı Dünya levha üretiminin yaklaşık %90'ında kullanılmaktadır (Maloney, 1993). Formaldehit içerikli sentetik bağlayıcılarla üretilen levha ürünlerinin özellikle iç ortamlarda kullanılması sonucu oluşan formaldehit emisyonu salınımı ortamdaki hava kalitesinin düşmesine ve insan sağlığı bakımından önemli sorunlara sebebiyet verebilmektedir (Boran vd., 2011). Son kullanıcıların karşılaştığı bu riskin yanında, ahşap esaslı levha ürünlerinin elde edildiği üretim alanlarında çalışanların maruz kaldığı emisyon da ciddi riskleri beraberinde getirmektedir. Formaldehit emisyonu üretimin belli aşamalarında daha yoğun şekilde ortaya çıkmakta ve insan sağlığını maruz kalış şekli, ortamdaki derişimi ile maruz kalma süresine bağlı olarak etkisi değişmektedir. Formaldehit emisyonunun insanlar üzerinde, bağışıklık sistemini zayıflatıcı, kanseri tetikleyici, deri, göz ve solunum sisteminde ciddi alerjik reaksiyonlara neden olabilen

olumsuz etkileri dikkat çekmektedir (Özluoğlu ve İstek, 2015; İstek vd., 2018).

Ahşap esaslı kompozit malzemelerden kaynaklanan formaldehit emisyonu yaşam alanlarında insan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli formaldehit kaynağını teşkil etmektedir. İnsanlar, bu söz konusu ürünlerin üretiminde ve devamında son kullanıcı olarak özellikle iç ortamlarda formaldehit emisyonunun olumsuz etkileri ile karşılaşmaktadırlar. Emisyon salınımı, özellikle değişken sıcaklık ve bağıl nem koşullarında levha üretimden sonra da sürmekte ve uzun süreler boyunca insan sağlığını tehdit etmektedir (Boran vd., 2012). Mobilya ve büro malzemeleri üretiminde sıkça faydalanan yongalevha ve lif levhalar en fazla formaldehit yayan ürünler olarak göz önüne gelmektedir. Yapılan çalışmalar formaldehit ve uçucu organik bileşiklerin yeni üretilmiş olan büro mobilyalarından aylarca yayılabildiğini göstermiştir (Aksakal vd., 2005). Bu sebeplerden dolayı formaldehit içeren tutkallarla üretilen ahşap esaslı levhaların formaldehit emisyonlarına sınırlamalar getirilerek emisyon değer sınıfları meydana getirilmiş ve beklenen değerler yasal yaptırımlarla güvence altına alınmaya başlanmıştır. Üretilen levha ürünlerinin formaldehit içeriği standartlarda belirlenen yöntemlerle tespit edildikten sonra, hangi emisyon sınıfına ait olduğu gösterilmeli ve buna bağlı olarak kullanım alanında değerlendirilmelidir. Bununla birlikte son kullanıcılar ve formaldehit esaslı ürünlerin üretiminde çalışanlar hala bir kısım hastalık ve kanser riskleriyle karşılaşabilmektedirler (Özluoğlu ve İstek, 2015).

Ahşap malzemenin özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar “odun modifikasyon yöntemleri” başlığı altında toplanmıştır. İyileştirmeye yönelik uygulanan yöntemlerden birisi termal bir modifikasyon yöntemi olarak tanınan ısıl işlem tekniğidir. Isıl işlemin en önemli olumlu yönleri, proses sırasında herhangi bir kimyasal maddenin kullanılmaması ve bu nedenle de çevrenin herhangi bir zarara uğratılmamasıdır (Mayes ve Oksanen, 2002; Hill, 2006; Korkut vd., 2008).

Isıl işlem esnasında, ahşap malzemenin kimyasal bileşenlerinin yüksek sıcaklıklarda bozunmaya uğratılmasıyla, elde edilen ürünlerin boyutsal kararlılığında iyileşmeye ulaşabilmektedir. Yine, ısıl işleme bağlı olarak ahşap malzemenin kimyasal bileşiminde oluşan değişimler ürünün renk, yüzey, fiziksel ve mekanik özellikleri yanı sıra formaldehit emisyonu üzerine önemli ölçüde etkilerde bulunabilmektedir (Bourgeois vd., 1989; Obataya vd., 2000; Schafer ve Roffael, 2000; Ünsal ve Ayrılmış, 2005; Gündüz vd., 2007, 2008; Perçin ve Özalp, 2009; Özcan vd., 2012; Özdemir, 2016; Altun ve Esmer, 2017; Güler, 2019).

Levha üretiminde kullanılan kontrol ve ısıtım işlem görmüş kızılçam yongalarının termogravimetrik analizleri sonucu elde edilen termogramlarda, kontrol numunesine kıyasla ısıtım işlem görmüş numuneler için uygulanan ısıtım işlem sıcaklığının artırılmasına bağlı olarak, esas bozunma bölgesinde kütle kaybının giderek azaldığı saptanmıştır. Bu durum, ısıtım işlem görmüş numunelerin daha yüksek termal stabiliteye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Yaşar vd., 2020).

Bu çalışmada, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunundan elde edilmiş ve laboratuvar ortamında 120, 160 ve 180 °C'de ısıtım işlemi tabii tutulmuş yongalardan üretilen levhaların yangın yalıtım özellikleri incelenmiş, ayrıca yongalara uygulanan ısıtım işlem derecelerinin üretilen levhalardaki formaldehit emisyonu üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma materyalini teşkil eden kızılçam odunu yongaları, tutkal (ÜF) ve sertleştirici (amonyum klorür) ORMA A.Ş./Isparta firmasından temin edilmiştir. Kullanılan ÜF tutkalının özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. ÜF formaldehit tutkalının özellikleri

Özellikler	ÜF Tutkalı
Katı madde oranı (%)	65±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1.27 - 1.29
pH (25°C)	7.5 - 8.5
Viskozite, (cps, 25 °C)	150 - 200
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	25 - 30
Kullanma süresi (gün, 25 °C)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20 - 30
Serbest CH ₂ O (maks) (%)	0.19

2.2. Yöntem

Kızılçam yongalarına laboratuvar ortamında etüvde 120, 160 ve 180 °C'de 2 saat süreyle ayrı gruplar halinde ısıtım işlemi uygulanmıştır. Kızılçamın, kontrol ve ısıtım işlem görmüş yongalarından levhalar Yaşar vd. (2020)'ye göre üretilmiştir.

Levhaların formaldehit emisyonunun ölçümünde perforatör yöntemi TS EN ISO 12460-5 (2016) standardına göre uygulanmıştır.

Levhalara uygulanan tek kaynaklı alev testi, TS EN ISO 11925-2 (2011) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Levhalar 90 x 250 mm boyutlarda hazırlanarak dikey konumdaki düzeneğe mandallarla tutturulmuştur. Test, levhanın alt orta kenarından 45° eğimle 20 mm mesafede 30 saniye boyunca uygulanmıştır. Tek kaynaklı alev testi sonucunda levhalarda elde edilen yanma izleri ImageJ görüntü analiz programında değerlendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen verilere istatistiksel analiz MiniTab 16 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Basit varyans analizi (Anova Testi) ile istatistiksel açıdan farklılığın ortaya çıkması durumunda Duncan testine geçilmiş ve farklı gruplar belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Perforatör yöntemi ile elde edilen yongalevhalarla ait formaldehit emisyonu değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Emisyon değerlerinde p<0.05 düzeyinde istatistiksel açıdan farklılık belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre levhalara ait emisyon değerleri 4 ayrı homojen grup oluşturmuştur. Emisyon değerleri 8.04 mg/100 g ile 11.38 mg/100 g aralığında yer almıştır. Yongalara uygulanan ısıtım işlem sıcaklık derecesi artırıldıkça üretilen levhaların formaldehit emisyon değerlerinin kontrol grubu levha değerlerinden itibaren sürekli yükseldiği kaydedilmiştir. Formaldehit emisyonu değerleri, kontrol yongalarından üretilen levhalara göre 120 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %13.43, 160 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %30.35 ve 180 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %41.54 artış göstermiştir.

Çizelge 2. Levhaların formaldehit emisyonu değerleri

Levha Tipi	Formaldehit Emisyonu (FE) (mg/100 g)		Duncan Testine Göre Homojen Gruplar	FE Değerindeki Değişim (%)
	Ortalama	Standart Sapma		
Kontrol	8.04	0.02	a	--
120 °C	9.12	0.03	b	13.43
160 °C	10.48	0.04	c	30.35
180 °C	11.38	0.01	d	41.54

Ahşap malzemenin ısıtım işlemi tabii tutulması hücre çeperinin kimyasal bileşenlerinin modifiye olmasına sebebiyet vermektedir. ısıtım işleminden en fazla düzeyde etkilenen kimyasal bileşenler sırasıyla hemiselülozlar, selüloz ve lignindir. ısıtım işlem sonucu ahşap esaslı materyalde holoselüloz (selüloz + hemiselülozlar) oranında düşüş görülürken, lignin oranında artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Yıldız ve Gümüşkaya, 2007; Ateş vd., 2009, 2010; Yaşar vd., 2020).

Lignin ve hemiselülozların formaldehit emisyonu salınımına potansiyel sergilediği ortaya konmuş, özellikle ligninin, selüloz ve hemiselülozlardan daha yüksek düzeyde formaldehit emisyonuna katkı sağladığı belirtilmiştir. Dahası, ahşap malzemeye uygulanan ısıtım işlemi polisakaritlerin formaldehit emisyonuna desteğini artırdığı rapor edilmiştir (Schafer ve Roffael, 2000).

Söz konusu literatür bilgilerinin, çalışmamızda elde edilen formaldehit emisyonu değerlerinin yongalara uygulanan ısıtım işlem sıcaklık derecesi artırıldıkça üretilen levhalarda, kontrol yongalarından elde edilen levhalardan itibaren sürekli artış göstermesini desteklediği görülmüştür.

Kontrol ve ısıtım işlemi tabii tutulmuş kızılçam yongalarından üretilen levhaların tek kaynaklı alev testi sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Levhaların tek kaynaklı alev testi sonuçları (A:Kontrol, B: 120 °C, C:160 °C ve D:180 °C)

Yanma izi değerlerinde $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel açıdan farklılaşma tespit edilmiş ve Duncan testi levhalara ait yanma izi değerlerini 4 ayrı homojen gruba ayırmıştır. Yanma izinde, kontrol yongalarından üretilen levhalara göre 120 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %16.5, 160 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %29.6 ve 180 °C'de işlem görmüş yongalardan üretilen levhalarda %36 düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Levhaların tek kaynaklı alev testi değerleri

Levha Tipi	Yanma izi (cm)		Duncan Testine Göre Homojen Gruplar	Yanma İzindeki Değişim (%)
	Ortalama	Standart Sapma		
Kontrol	9.94	0.34	a	--
120 °C	8.30	0.25	b	-16.5
160 °C	7.00	0.19	c	-29.6
180 °C	6.36	0.11	c, d	-36

Yaşar vd. (2020) çalışmalarında, kızılçamın kontrol, 120, 160 ve 180 °C'de ısıtılma işlemi görmüş yongalarına TGA ve DTG analizleri gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, kontrol yongalarına kıyasla, ısıtılma işlemi görmüş yongalarda ısıtılma uygulamasının sıcaklığının artırılmasına bağlı olarak, esas bozunma bölgesinde kütle kaybının giderek azaldığı görülmüştür. Isıtılma işlemi özellikle yongalardaki hemiselüloz daha ilerisinde selüloz miktarında kayba neden olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, ısıtılma işlemi görmüş yongaların daha yüksek termal stabiliteye sahip olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda elde edilen yanma izi değerlerinin kontrol yongalarından elde edilmiş levhalardan itibaren ısıtılma sıcaklığının artışına bağlı olarak üretilen levhalarda azalması literatür ile uyumluluk göstermiştir. Yongalara uygulanan ısıtılma işlemi, üretilen levhaların yanmaya dayanımını artırdığı görülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, kızılçamdan elde edilen yongalara 120, 160 ve 180 °C'lerde ısıtılma işlemi uygulanmış, öncelikle yongalardan elde edilen levhalarda formaldehit emisyonu değerleri ölçülmüş, devamında tek kaynaklı alev testi uygulanarak levhaların yanma özellikleri incelenmiştir. Yongalara uygulanan ısıtılma işlemi sıcaklık derecelerinin artışına bağlı olarak üretilen levhalarda kontrol yongalarından üretilen levhalardan itibaren formaldehit emisyonu değerlerinde sürekli artış görülürken, levhaların yanma izi değerlerinde sürekli düşüş belirlenmiştir. Çalışma, ısıtılma işlemi görmüş yongalardan üretilen levhaların iç ortamlarda kullanılacak ürünlerde değerlendirilmesinin kontrol yongalarından üretilen levhalara oranla formaldehit emisyonu salınımı bakımından ortamdaki hava kalitesini ve insan sağlığını daha fazla olumsuz etkileyeceğini göstermiştir. Buna karşın ısıtılma işlemi görmüş yongalardan üretilen levhaların kısmen yanmaya dayanıklı dış yapılarda kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Aksakal, F.N., Vaizoğlu, A.S., Güler, Ç. (2005). Mobilyalardaki Kimyasallar ve Sağlık Etkileri, *Sted*, 14(12), 268-272.
- Altun, S., Esmer, M. (2017). Isıtılma işlemi bazı ağaç malzemelerde yüzey pürüzlülüğü ve vernik yapışma direncine etkisi. *Politeknik Dergisi*, 20(1), 231-239.
- Ateş, S., Akyıldız, M.H., Özdemir, H. (2009). Effects of heat treatment on calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood. *Bioresources*, 4(3), 1032-1043.
- Ateş, S., Akyıldız, M.H., Özdemir, H., Gümüşkaya, E. (2010). Technological and chemical properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood after heat treatment. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(1), 4949-4958.
- Baumann, M.G.D., Lorenz, L.F., Batterman, S.A., Zhang, G.Z. (2000). Aldehyde Emission From Particleboard and Medium Density Fiberboard Products. *Forest Product Journal*, 50(9), 75-82.
- Bilgin, Y. (2010). Türkiye'de Masif Panel Sektörünün Yapısal Durumu ve Ağaç İşleri Endüstrisindeki Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Boran, S., Usta, M. (2010). Odun Esaslı Panellerde Açığa Çıkan Formaldehit ve Formaldehit Sınırları Hakkında Bilgiler. 3.Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Cilt:5, 1968-1975.
- Boran, S., Usta, M., Gümüşkaya, E. (2011). Decreasing Formaldehyde Emission From Medium Density Fiberboard Panels Produced By Adding Different Amine Compounds to Urea Formaldehyde Resin. *International Journal Of Adhesion and Adhesive*, 31, 674-678.
- Boran, S., Usta, M., Ondaral, S. ve Gümüşkaya, E. (2012). The Efficiency of Tannin as a Formaldehyde Scavenger Chemical In Medium Density Fiberboard. *Composites Part B: Engineering*, 43(5), 2487-2491.

- Bourgois, J., Bartholin, M.C., Guyonnet, R. (1989). Thermal Treatment of Wood: Analysis of The Obtained Product. *Wood Science and Technology*, 23(4), 303-310.
- Eroğlu, H., Usta, M. (2000). Lif Levha Üretim Teknolojisi, KTÜ Orman Fakültesi Genel Yayın No:200, Fakülte Yayın No:30, 152 p, Trabzon.
- Güler, G. (2019). Kanola (*Brassica napus* L.) saplarından üretilen yongalevhaların termal, yanma ve yüzey pürüzlülük özellikleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(2), 114-120.
- Gündüz, G., Korkut, S., Korkut, D. S. (2007). The effects of heat treatment on physical and technological properties and surface roughness of Camiyanı Black Pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) wood. *Bioresource Technology*, 99(7), 2275–2280.
- Gündüz, G., Niemz, P., Aydemir, D. (2008). Changes in specific gravity and equilibrium moisture content in heat-treated fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) wood. *Drying Technology*, 26(9), 1135–1139.
- Hematabadi, H., Behrooz, R., Shakibi, A., Arabi, M. (2012). The Reduction of Indoor Air Formaldehyde From Wood Based Composites Using Urea Treatment for Building Materials. *Construction and Building Materials*, 28:743-746.
- Hill, C. A. S. (2006). *Wood modification: chemical, thermal and other processes*. John Wiley and Sons Ltd., 232 p, England.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Çelik, S., Gönül, Ş. (2017a). Ahşap Esaslı Levha Sektöründe Kullanılan Yanma Geciktiriciler. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 389-399.
- İstek, A., Yalcinkaya, G., Özlüsoylu, İ. (2017b). The Effect of Some Boron Compounds on Physical and Mechanical Properties of Particle Board. *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, 526 p.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Bakar, S., Öz, E. (2018). Tutkal Çözeltilisine Üre İlavesinin Formaldehit Emisyonu ve Levha Özelliklerine Etkisi. II. International Scientific and Vocational Studies Congress, Kırıkkale, 824-830.
- Korkut, D.S., Korkut, S., Bekar, İ., Budakçı, M., Dilik, T., Çakıcıer, N. (2008). The effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.) wood. *International Journal of Molecular Sciences*, 9(9), 1772–1783.
- Maloney, T.M. (1993). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco, CA, USA.
- Mayes, D., Oksanen, O. (2002). *Thermowood Handbook*, Finnforest, Finland, 5-15.
- Perçin, O., Özalp, M. (2009). Yongalevhalara Uygulanan Isıl İşleminin Teknolojik Özelliklerine Etkileri, e-
Journal of New World Sciences Academy ,*Technological Applied Sciences*, 2A0014, 4, (2), 163-172.
- Obataya, E., Tanaka, F., Norimoto, M., Tomita, B. (2000). Hygroscopicity of heat-treated wood 1. Effects of after-treatments on the hygroscopicity of heat-treated wood. *Journal of Wood Science*, 46(2), 77–87.
- Özalp, M. (2010). The Effect of Borax Pentahydrate Addition to Urea Formaldehydeon the Mechanical Characteristics and Free Formaldehyde Content of Medium Density Fiberboard (MDF), *Eur. J. Wood Prod.*, 68:117–119
- Özcan, S., Özçifçi, A., Hızırnoğlu, S., Toker, H. (2012). Effects of heat treatment and surface roughness on bonding strength. *Construction and Building Materials*, 33, 7-13.
- Özdemir, F. (2016). Orta Yoğunluklu Lif Levhanın (MDF) Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Isıl İşlemin Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 57-61.
- Özlüsoylu, İ., İstek, A. (2015). Mobilya Üretiminde Kullanılan Panellerden Salınan Formaldehit Emisyonu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Selçuk-Teknik Dergisi*, Özel Sayı-1 (UMK-2015), 213-227.
- Roffael, E. (2006). Volatile Organic Compounds And Formaldehyde in Nature Wood and Wood Based Panels. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64, 144-149.
- Schafer, M., Roffael, E. (2000). On the formaldehyde release of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 58, 259–264.
- TS EN ISO 11925-2 (2011). Yangın dayanımı deneyleri-Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik - Bölüm 2: Tek alev kaynağıyla deney, TSE, Ankara.
- TS EN ISO 12460-5 (2016). Ahşap esaslı levhalar-Formaldehit salınımının belirlenmesi- Bölüm 5: Ekstraksiyon yöntemini (perforatör yöntemi olarak adlandırılan), TSE, Ankara.
- Ünsal, Ö., Ayrılmış, N. (2005). Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood. *Journal of Wood Science*, 51(4), 405-409.
- Yaşar, S., Uz, A., Beram, A. (2020). Isıl İşlem Görmüş Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarından Üretilen Levhaların Bazı Özellikleri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4 (1): 14-20.
- Yıldız, S., Gümüşkaya, E. (2007). The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood. *Building and Environment*, 42(1), 62-67.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, Times New Roman yazı tipinde, 10 punto olarak ve düz metin şeklinde yazılmalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir.

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri bulunmalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet 500 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında yer almalıdır.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) göre olmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Özkan vd., 2008; Özdemir, 2015). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve ilgili yere eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların ilk olarak dergimizin “web sitesine” girerek “kayıt” ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme “giriş” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren “Telif Hakkı Devri Formunu” sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

Kaynaklar

Kaynak kullanımları aşağıda örneklerde belirtilen şekillerde olmalıdır.

Instructions for authors

Manuscript should be written in A4 page size, with Times New Roman font and 10 pt font size, as plain text. Page and line numbers should be included into the manuscript.

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not written exceed 500 words. Explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be located below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Özkan et al., 2008; Özdemir, 2015). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Tables and figures: All tables and figures should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be located in suitable places. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution. Characters within the figures should be in Times New Roman font type.

Submission of a manuscript: In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our “web page” and “register” as an author. Our registered members can “log in” to the system and then upload their manuscript and “COPYRIGHT RELEASE FORM” as an appendix, containing their suggested referees.

References

Using of references should be in the form as follows.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

- Akyıldırım, O., Gökce, H., Bahçeli, S., Yüksek, H. (2017). Theoretical and Spectroscopic (FT-IR, NMR and UV-Vis.) Characterizations of 3-p-chlorobenzyl-4-(4-carboxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule. *Journal of Molecular Structure*, 1127: 114-123.
- Tan, S., Williams, C.T. (2013). An In Situ Spectroscopic Study of Prochiral Reactant–Chiral Modifier Interactions on Palladium Catalyst: Case of Alkenoic Acid and Cinchonidine in Various Solvents. *J. Phys. Chem. C*, 117(35): 18043–18052.

Book / Kitap

- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β , γ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Whittaker, E. T. (1988). *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. Cambridge University Press.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

- Westhoff, V., Van Der Maarel, E. (1978). The braun-blanquet approach in classification of plant communities, Reinhold Tüxen (Ed.), *Handbook of Vegetation Science*, Springer Netherlands, pp. 619-704.
- Şencan, A., Sevindir, H.C., Kiliç, M., Karaboyacı, M. (2011). Biosorption of CR+ 6 from Aqueous Solution with Activated Sludge Biosolids (Ref. NO: MT11-OP-475), Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., (Ed, *Survival and Sustainability*, 973-984.

Thesis and dissertation / Tez

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresi'ndeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 194 s.
- Özdemir, S. (2015). Ovacık Dağı Yöresi'nde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) Türlerinin Ekolojik Özellikleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. 74s.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

- Özkan, K., Kavgacı, A. (2009). Küresel ısınmanın orta dağlık alanlarda tür çeşitliliği üzerine olası etkileri (Acıpayam yöresi örneği). I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (Eds: Palta, Ç.), 16-18 Haziran 2009, Konya, Türkiye, 277-284.
- Özkan, K., Negiz, M.G., Şentürk, Ö., Kandemir, H. (2012). Göller Bölgesi'ndeki Bazı Önemli Rekreasyon Alanları ve Onların Ekolojik Özellikleri, I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi 2012, Bildiri Kitabı, 12-15 Nisan, 587-596, Detay Yayıncılık, Kemer-Antalya.

Electronic reference / Elektronik kaynak

- FAO, (2016). *Sustainable Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/sustainability/en/>, Accessed: 14.06.2016.
- Milliparklar, (2017). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/kavramlar.htm>, Erişim Tarihi: 18.06.2017

Bilge International Journal of Science and Technology Research online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir. Yılda iki sayı yayınlanan dergide Temel bilimler, Doğa bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji bilimleri konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır.

Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Dergide yayımlanacak makalenin atıflarından, bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur (yazar/yazarlar bu durumu telif hakkı sözleşmesinde kabul eder). Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır.

Dergiye gönderilen makale, yayın kurulu tarafından yayına uygunluk açısından incelendikten sonra en az iki hakeme gönderilir. Hakemlerin değerlendirmeleri sonucunda en az iki yayınlanabilir raporu alan makale, dergi yönetimince uygun görülen bir sayıda yayınlanır. Hakem raporlarının birisinin olumlu, diğerinin olumsuz olması durumunda makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Bu durumda makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına üçüncü hakemin raporuna göre karar verilir. Hakemler tarafından düzeltme istenen makaleler gerekli düzeltmeler için yazara geri gönderilir. Düzeltilen metnin belirtilen sürede dergi sistemine yüklenmesi yazarın sorumluluğundadır. Makalenin yayınlanması konusunda son karar, dergi editörlüğüne aittir..

Bilge International Journal of Science and Technology Research is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. The journal published two issues a year publishes scientific articles on the subjects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology.

Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. The authors are responsible for the citations of the article to be published, its scientific data, its results, and whether it is in line with ethical rules (Author / authors accept that in the copyright agreement). Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue.

The articles are sent to least two reviewer after examined by the editor board in terms of compliance with the publication. As a result of the evaluations of the reviewers, the article which received at least two publishable reports will be published at a suitable number for the management of the journal. If one of the reviewer reports is positive and the other is negative, the article will be sent a third reviewer. In this case, the publication of the article is decided according to the third report. The articles corrected by the referees are returned to the author for necessary corrections. It is the responsibility of the author to upload the revised text to the journal system for the specified period. The final decision on the publication of the article belongs to chef editor.

