

# ISS2016

INTERNATIONAL SCIENCES SYMPOSIUM



## PROCEEDING BOOK

NWSA Academic Journals

Anadolu Kulübü, Büyükkada-İstanbul  
2016-Turkey

## **ÖNSÖZ**

Kısa adı ISS ve ana teması "Quality in Science" olan International Science Symposium'un birincisi 01-04 Eylül 2016 tarihleri arasında Büyükada-İstanbul'da tamamlanmıştır.

ISS2016 sempozyumuna başta ülkemiz olmak üzere Cezayir, İran, Fransa, Malezya, Suudi Arabistan gibi ülkelerden toplam 230 makale ön değerlendirmeye alınmıştır. Editör incelemesi sonucu 136 makale sözlü bildiri olarak kabul edilmiştir. Söz konusu makaleler iki kör hakem değerlendirmesi sonucu 106 makale ISS2016'ya sözlü sunum olarak kabul edilmiştir. Sempozyum tarihine kadar dizgileri tamamlanan makalelerin 28 tanesi "Sempozyum Bildiriler Kitabı"nda yayınlanmış ve 40 tanesinin de sadece özetlerine bu kitapta yer verilmiştir. Geriye kalan 38 makale ise yazarların gerekli düzeltmelerinden sonra yayınlanmasına karar verilmiştir.

ISS2016 düzenleme ve bilim kurulu 106 makale içerinden 15 makaleye ISS2016 En İyi Makale Ödülü (NWSA Bilim Kristali) yazarlarına verilmiştir.

ISS2017 Sempozyumunda görüşmek dileğiyle ...

**ISS2016 Düzenleme Kurulu**

ISS2016  
INTERNATIONAL SCIENCE SYMPOSIUM  
PROCEEDING BOOK

**Editor/Editors**

<b>Name of Editor</b>	<b>Institute</b>	<b>Science Department</b>
Dr. Cevdet Emin Ekinici	Fırat University	Engineering Science
Dr. Ebru Temiz	Ömer Halisdemir University	Fine Arts
Dr. Hafize Öztürk Can	Ege University	Life Science
Dr. Nihal Yayla	Pamukkale University	Social Science
Dr. Uğur Çalığülü	Fırat University	Technological Applied Science

**Dizgi/Composing**  
Belkıs Elyiğit

**Yayıncı/Publisher**  
Fırat Akademi A.Ş./Fırat Akademi Co.

**Not/Notice:**

Kitapta yer alan makalelerle ilgili sorumluluk yazarlarına aittir.  
Responsibility for the articles in the book belong to the authors.

**ISS2016**  
**Düzenleme Kurulu/Organizing Committee**

Dr. Aydın Durmuş	Ondokuz Mayıs University
Dr. Cevdet Emin Ekinci	Fırat University
Dr. Cihad Demirli	Istanbul Commerce University
Dr. Ebru Temiz	Ömer Halisdemir University
Dr. Fusün Ö. Kuter	KIDE-NWSA
Dr. Hafize Ö. Can	Ege University
Dr. Hakan Arslan	Mersin University
Dr. Hakan Ulukan	Ankara University
Dr. Harun Tuncer	Bilecik Seyh Edebali University
Dr. Mustafa Akdağ	Erciyes University
Dr. Nihal Yayla	Pamukkale University
Dr. Ş.Kerem Özel	Istanbul Bilim University
Dr. Sule Çivitci	Gazi University
Dr. Uğur Çalıgözü	Fırat University
Dr. Zafer Gonülalan	Erciyes University

**ISS2016**  
**Davetli Konuşmacı/Keynote Speaker**

Dr. Nik Ahmad Hisham B. Ismail	International Islamic University Malaysia
--------------------------------	---

**ISS2016**  
**Bilim Kurulu/Scientific Committee**

Dr. Abdulkadir Işık	Pamukkale University
Dr. Abdullah Şahin	Çanakkale Onsekiz Mart University
Dr. Abdülkadir Şengur	Fırat University
Dr. Abdülmecit Gültaş	Gazi University
Dr. Abraham Blum	The Hebrew University
Dr. Adem Kurt	Gazi University
Dr. Adnan Kakilli	Marmara University
Dr. Ahmet Gürkan Yüksek	Cumhuriyet University
Dr. Ahmet Asan	Trakya University
Dr. Ahmet Ayar	Karadeniz Teknik University
Dr. Ahmet Harun Evren	Fırat University
Dr. Ahmet Kalaycıoğlu	Karadeniz Teknik University
Dr. Ahmet Kalkan	Karadeniz Teknik University
Dr. Ahmet Korhan Binark	Marmara University
Dr. Ahmet Murat Ellez	Dokuz Eylül University
Dr. Ahmet Pehlivan	International Cyprus University
Dr. Ahmet Şinasi İşler	Uludağ University
Dr. Ahmet Yatkın	Fırat University
Dr. Alaattin Kızılcaoğlu	Balıkesir University
Dr. Alan A. Lew	Northern Arizona University
Dr. Ali Jamshidi	Hokkaido University
Dr. Ali Kaya Gür	Fırat University
Dr. Ali Kemal Yakut	Süleyman Demirel University
Dr. Ali Rıza Erdem	Pamukkale University
Dr. Ali Sırrı Yılmaz	Fırat University
Dr. Ali Yeşil	Fırat University
Dr. Ali Yıldırım	Fırat University
Dr. Alpaslan Dayangaç	Ahi Evran University
Dr. Alper Bideci	Düzce University
Dr. Anna Andonova	Technical University Of Sofia
Dr. Apostolos E.Papalois	Experimental Research Center of ELPEN S.A.
Dr. Asaf Varol	Fırat University
Dr. Asiye Başusta	Fırat University
Dr. Aslı Uçar	Ankara University
Dr. Asude Bilgin	Uludağ University
Dr. Asuman Seda Saracaloğlu	Adnan Menderes University
Dr. Aybala Demirci Aksoy	Gazi University
Dr. Aydın Durmuş	Ondokuz Mayıs University
Dr. Ayfer Kocabaş	Dokuz Eylül University
Dr. Ayhan Erdem	Gazi University
Dr. Ayhan Orhan	Fırat University
Dr. Ayhan Doğukan	Fırat University
Dr. Ayhan Helvacı	Uludağ University
Dr. Ayhan Selçuk	Selçuk University
Dr. Aykut Çanakcı	Karadeniz Teknik University
Dr. Ayla Keçeci	Düzce University
Dr. Aynur Kazaz	Alanya Alaaddin Keykubat University

Dr. Aynur Yürekli İzmir Ekonomi University  
Dr. Aysan Şentürk Uludağ University  
Dr. Ayşe Bedeloğlu Bursa Teknik University  
Dr. Ayşe Nil Türkeri İstanbul Teknik University  
Dr. Aytaç Kurtulmuş Eskişehir Osmangazi University  
Dr. Azize Toper Kaygın Bartın University  
Dr. Azzmer Azzar Bin Abdul Hamid International Islamic University Malaysia  
Dr. Bahadır Yüzbaşı İnönü University  
Dr. Bahir Selçuk Adıyaman University  
Dr. Bahri Aydın Abant İzzet Baysal University  
Dr. Banu Hatice Gürcüm Gazi University  
Dr. Barış Özkul Balıkesir University  
Dr. Bayram Özer Ondokuz Mayıs University  
Dr. Bayram Yılmaz Yeditepe University  
Dr. Bedii Cicik Mersin University  
Dr. Bekir Oruncak Afyon Kocatepe University  
Dr. Berna Cantürk Günhan Dokuz Eylül University  
Dr. Berrin Okka Necmettin Erbakan University  
Dr. Bilal Arık Akdeniz University  
Dr. Bilal Çoban Fırat University  
Dr. Bilal Üstündağ Fırat University  
Dr. Bilal Yıldırım İstanbul Sabahattin Zaim University  
Dr. Bilge Can Pamukkale University  
Dr. Boris Todorov Rachev St Cyril and St Methodius Uni. of Veliko Turnovo  
Dr. Burak Kaan Temiz Ömer Halisdemir University  
Dr. Bülent Aydoğan Afyon Kocatepe University  
Dr. Bülent Kaygın Bartın University  
Dr. Bülent Kırmızı Fırat University  
Dr. Bülent Şen Fırat University  
Dr. Bürhan Akpınar Fırat University  
Dr. Cafer Sırrı Sevımay Ankara University  
Dr. Canan Çetin Marmara University  
Dr. Celalettin Başyığıt Süleyman Demirel University  
Dr. Cem Ayden Fırat University  
Dr. Cemalettin Camcı İstanbul Bilişim University  
Dr. Cengiz Yıldız Fırat University  
Dr. Cevdet Emin Ekinçi Fırat University  
Dr. Cevdet Kılıç Ondokuz Mayıs University  
Dr. Chiwon W. Lee North Dakota State University  
Dr. Cihad Demirli İstanbul Ticaret University  
Dr. Coşkun Harmanşah Ege University  
Dr. Çetin Semerci Bartın University  
Dr. Çiğdem Arslan İstanbul University  
Dr. Çiğdem Belgin Dikmen Bozok University  
Dr. Çiğdem Kan Fırat University  
Dr. Dadaroddi Mohamed Sains University  
Dr. Damira Ibragim Fatih University  
Dr. Daniela Dasheva National Sport Academy Vasil Levski  
Dr. Davut Aydoğan İstanbul University  
Dr. Debra Bick King's Collage London  
Dr. Denis Walsh University of Nottingham  
Dr. Dinçer Buran Süleyman Demirel University  
Dr. Ebru Akpınar Fırat University  
Dr. Ebru Temiz Ömer Halisdemir University  
Dr. Ebru Yüce Munzur University  
Dr. Ehsan Noroozinejad Farsangi Kerman Graduate Uni. of Advanced Technology  
Dr. Ekrem Karayılmazlar Pamukkale University  
Dr. Eleonora Mileva National Sport Academy  
Dr. Elias M. Elias North Dakota State University  
Dr. Emine Ayaz İstanbul Teknik University  
Dr. Emine Figen Dilek İlke Ankara University  
Dr. Emine Koca Gazi University  
Dr. Emine Kolaç Anadolu University  
Dr. Emre Sancak Süleyman Demirel University  
Dr. Emre Ünal Ömer Halisdemir University  
Dr. Emrullah Yılmaz Bartın University  
Dr. Engin Avcı Fırat University  
Dr. Engin Şahna Fırat University  
Dr. Ensar Arslan Ahi Evran University  
Dr. Ercan Ozgan Duzce University  
Dr. Erdal Eren Bilecik Şeyh Edebali University  
Dr. Erdal Karakaş Bilecik Şeyh Edebali University  
Dr. Erdoğan Çiçek Nevşehir Hacı Bektaş Veli University  
Dr. Erdoğan Güneş Ankara University

Dr. Erdoğan Tezci	Balıkesir University
Dr. Erhan Akın	Fırat University
Dr. Erkan Turan Demirel	Fırat University
Dr. Erol Tulumluer	University of Illinois
Dr. Erol il	Fırat University
Dr. Esad Kurejsepi	University Prizren
Dr. Esra Bukova Güzel	Dokuz Eylül University
Dr. Eyüp Sabah	Afyon Kocatepe University
Dr. F. Feyza Koçak İnce	Gazi University
Dr. F. Hülya Acı	Marmara University
Dr. Fahrettin Yakuphanoğlu	Fırat University
Dr. Fahri Birinci	Ondokuz Mayıs University
Dr. Fahrul Zaman Bin Huyop	University Teknologi Malaysia
Dr. Fatih Arslan	Fırat University
Dr. Fatih Cedden	Ankara University
Dr. Fatih Gürsul	İstanbul University
Dr. Fatih Tepebaşıllı	Konya Necmettin Erbakan University
Dr. Fatih Yapıcı	Ondokuz Mayıs University
Dr. Fatma Arpacı	Gazi University
Dr. Fatma Nur Başaran	Gazi University
Dr. Fatma zmen	Mevlana University
Dr. Fatma şazmaz ren	Celal Bayar University
Dr. Fehim Fındık	Sakarya University
Dr. Fehiman iner	Ömer Halisdemir University
Dr. Feyza Sevindik	Bitlis Eren University
Dr. Filiz Nurhan lmez	Süleyman Demirel University
Dr. Flora Alesgerova	Azerbaycan Turizm ve Menecment Universiteti
Dr. Füsun ztrk Kuter	Kuter İletişim Danışmanlık Eğitim
Dr. Füsun ztrk Kuter	Kuter İletişim Danışmanlık Eğitim
Dr. Gazanfer Doğu	Abant İzzet Baysal University
Dr. Gökhan Kılıç	Eskişehir Osmangazi University
Dr. Gökhan Durmuş	Gazi University
Dr. Gökhan Gökmen	Marmara University
Dr. Gözde zalp	Uludağ University
Dr. Glbuğ Erol	Cumhuriyet University
Dr. Gülsüm Gülnaz Gültekin	Gazi University
Dr. Gültekin Basmacı	Mehmet Akif Ersoy University
Dr. Gürcan Grgen	Ankara University
Dr. H. Mehmet şahin	Gazi University
Dr. H. Soner Altundoğan	Fırat University
Dr. Hacı Duran	Adıyaman University
Dr. Hafize Keser	Ankara University
Dr. Hafize ztrk Can	Ege University
Dr. Hakan Arslan	Mersin University
Dr. Hakan Arslan	Çankırı Karatekin University
Dr. Hakan Dilipak	Gazi University
Dr. Hakan Ulukan	Ankara University
Dr. Hale Uyar Hazar	Adnan Menderes University
Dr. Halil Ceylan	Iowa State University
Dr. Halil Fidan	Ankara University
Dr. Halil Hasar	Fırat University
Dr. Haluk Merzen	Uludağ University
Dr. Haluk Yavuzer	İstanbul Ticaret University
Dr. Hamil Nazik	Gazi University
Dr. Hamza akır	Erciyes University
Dr. Handan Asude Başal	Uludağ University
Dr. Hanifi Güldemir	Fırat University
Dr. Hans W. Giessen	Saarlandes University
Dr. Harun Tuncel	Bilecik şeyh Edebalı University
Dr. Hasan Altan abuk	Çukurova University
Dr. Hasan Bayındır	Dicle University
Dr. Hasan Bulut	Fırat University
Dr. Hasan Hüseyin şahna	Balıkesir University
Dr. Hasan Kasap	Gedik University
Dr. Hasan Kılıç	Marmara University
Dr. Hasan Kılıç	Doğu Akdeniz University
Dr. Hasan Yüksel	Cumhuriyet University
Dr. Hatice Kıran akır	Trakya University
Dr. Hilal Aktamış	Adnan Menderes University
Dr. Hiregoudar Yerrennagoudaru	Visvesvaraya Technological University
Dr. Hülya Argunşah	Erciyes University
Dr. Hülya Durmuş	Celal Bayar University
Dr. Hülya Gülay Ogelman	Pamukkale University
Dr. Hürrem Sinem şanlı	Gazi University

Dr. Hüseyin Canbolat	Mersin University
Dr. Hüseyin Yapıcı	Erciyes University
Dr. Hüseyin Ali Yalım	Afyon Kocatepe University
Dr. Hüseyin Altun	Fırat University
Dr. Hüseyin Anılan	Eskişehir Osmangazi University
Dr. Hüseyin Bağ	Pamukkale University
Dr. Hüseyin Demir	Ondokuz Mayıs University
Dr. Hüseyin Gül	Kocaeli University
Dr. Hüseyin Kaygın	Bülent Ecevit University
Dr. İlker Bekir Topcu	Eskişehir Osmangazi University
Dr. Imam Bakır Arabacı	Fırat University
Dr. İbrahim Kocabaş	Yıldız Teknik University
Dr. İbrahim Türkoğlu	Bingöl University
Dr. İbrahim Yücedağ	Mardin Artuklu University
Dr. İhsan Çiçek	Ankara University
Dr. İhsan Kırık	Batman University
Dr. İlhan Turan	Recep Tayyip Erdoğan University
Dr. İlkan Ali Olgunoğlu	Adıyaman University
Dr. İrfan Arıkan	Krems University
Dr. İsmail Sarıtış	Selçuk University
Dr. İsmail Arıcı	Atatürk University
Dr. İsmail Aytaç	Fırat University
Dr. İsmail Gelen	Ondokuz Mayıs University
Dr. İsmail Hakkı Akçay	Süleyman Demirel University
Dr. İsmail Küçükaksoy	Dumlupınar University
Dr. İsmet Temaş	Prizren University
Dr. Jasmina Harvanek	Zagreb University
Dr. Jasmina Harvanek	Zagreb University
Dr. K. Ozlem Alp	Gazi University
Dr. Kaan Günay	Cumhuriyet University
Dr. Kadir Özkaya	Pamukkale University
Dr. Kadir Özkaya	Pamukkale University
Dr. Kadriye Dilek Akpınar	Gazi University
Dr. Kamal Bouarab	University de Sheerbrooke
Dr. Kamil Alakuş	Ondokuz Mayıs University
Dr. Kamil Durdu	İnönü University
Dr. Kamil İşeri	Ömer Halisdemir University
Dr. Kazım Ozkan Erturk	Ömer Halisdemir University
Dr. Kazım Şahin	Fırat University
Dr. Kenan Çelik	Karadeniz Teknik university
Dr. K. Bariyyah Binti Abdul Halim	International Islamic University Malaysia
Dr. Koray Tuncalp	Marmara University
Dr. Kurtuluş Öngel	İzmir Tepecik Eğit. Araşt. Hast.
Dr. Kürşat Yenilmez	Eskişehir Osmangazi University
Dr. Lale Guremen	Amasya University
Dr. Latif Kalın	Auburn University
Dr. Leo D'Acquisto	Central Washington University
Dr. Leyla Ercan	Gazi University
Dr. M. Yaşar Sepetçioğlu	Harran University
Dr. M. Tahir Nalbantçılar	Batman University
Dr. Mahir Dursun	Gazi University
Dr. Mahmut Ali Gökçe	Çukurova University
Dr. Mahmut Doğru	Bitlis Eren University
Dr. Manaf Manafli	Adıyaman University
Dr. Mardina Binti Mohd. Ashaari	International Islamic University Malaysia
Dr. Margaret C. Perivoliotis	TEI of Athens
Dr. Marlene Sinclair	University of Ulster Northern Ireland
Dr. Maryam Jalali	University of Helath Science-Iran
Dr. Mehmet Bayburt	Ege University
Dr. Mehmet Demirci	Namık Kemal University
Dr. Mehmet Özkaymak	Karabük University
Dr. Mehmet Ulker	Fırat University
Dr. Mehmet Ali Akçayol	Gazi University
Dr. Mehmet Ali Ulubaşoğlu	Deakin University
Dr. Mehmet Ayyün	Fırat University
Dr. Mehmet Bektaş	Fırat University
Dr. Mehmet Güngör	İnönü University
Dr. Mehmet Gürcan	Fırat University
Dr. Mehmet Gürol	Yıldız Teknik University
Dr. Mehmet İnceğlu	Anadolu University
Dr. Mehmet Nuri Gömlüksiz	Fırat University
Dr. Mehmet Öztürk	Fırat University
Dr. Mehmet Sezai Türk	Gazi University
Dr. Mehmet Somuncu	Ankara University

Dr. Mehmet Taşpınar	Gazi University
Dr. Mehmet Tektaş	Marmara University
Dr. Mehmet Tokdemir	Fırat University
Dr. Mehmet Turan	Fırat University
Dr. Mehmet Y. Aslan	Sinop University
Dr. Mehmet Yıldızlar	Cyprus International University
Dr. Mehmet Yılmaz	Harran University
Dr. Mehmet Zaman	Atatürk University
Dr. Mehmet Zaman	Atatürk University
Dr. Mehtap Muratoğlu	Fırat University
Dr. Melda Özdemir	Gazi University
Dr. Meltem Saplıoğlu	Süleyman Demirel University
Dr. Memet Şekerci	Fırat University
Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin	Uludağ University
Dr. Meor Othman Hamzah	Sains Malaysia University
Dr. Messaoud Saidani	Coventry University
Dr. Metin Arslan	Gazi University
Dr. Metin Kaya	Karabük University
Dr. Metin Bayraktar	Fırat University
Dr. Metin Dalip	State University of Tetovo
Dr. Metin Işık	Sakarya University
Dr. Mikail Et	Siirt University
Dr. Mircea Nicuşor Nicoara	University of Iasi
Dr. Mohamad Hamzah Bin Mohd Nasir	International Islamic University Malaysia
Dr. Mohamed Mergoum	The University of Georgia
Dr. Mohd Azrul Naim Bin Mohamad	International Islamic University Malaysia
Dr. Mohd Faez Bin Sharif	International Islamic University Malaysia
Dr. Muammer Bahşi	Fırat University
Dr. Muhammed Arshad Javed	University Teknologi Malaysia
Dr. Muhammed Emin Emiroğlu	Fırat University
Dr. Muhammed Turhan	Fırat University
Dr. Muhsin Tunay Gençoğlu	Fırat University
Dr. Mukadder Boydan Ozan	Fırat University
Dr. Murat Elibol	Ege University
Dr. Murat Atan	Gazi University
Dr. Murat Cınvız	Selçuk University
Dr. Murat Demir	Harran University
Dr. Murat Özgür	Ankara University
Dr. Mustafa Çullu	Gümüşhane University
Dr. Mustafa Kaya	Fırat University
Dr. Mustafa Yılmaz	Atatürk University
Dr. Mustafa Akdağ	Erciyes University
Dr. Mustafa Altın	Selçuk University
Dr. Mustafa Avcı	Süleyman Demirel University
Dr. Mustafa Boz	Karabük University
Dr. Mustafa Ergun	Ondokuz Mayıs University
Dr. Mustafa Kamil Özer	Gedik University
Dr. Mustafa Korkmaz	Erzincan University
Dr. Mustafa Mutluer	Ege University
Dr. Mustafa Oskay	Celal Bayar University
Dr. Mustafa Özden	Harran University
Dr. Mustafa Öztürk	Süleyman Demirel University
Dr. Mustafa Sarıtaş	Uludağ University
Dr. Mustafa Şahin	Dokuz Eylül University
Dr. Mustafa Taşkın	Mersin University
Dr. Mustafa Tekke	International Islamic University Malaysia
Dr. Mustafa Türkmen	Süleyman Demirel University
Dr. Mustafa Yağbasan	Fırat University
Dr. Müfit Kömleksiz	International Cyprus University
Dr. Mürsel Erdal	Gazi University
Dr. Müslim Murat Sac	Ege University
Dr. Namık Yaltay	Yüzüncü Yıl University
Dr. Narayan Ramappa Birasal	KLE Society's G H College
Dr. Nedim Bayuk	Harran University
Dr. Nergis Bulut Serin	Lefke Avrupa University
Dr. Neriman Aral	Ankara University
Dr. Nesrin Karaca Şanyürek	Munzur University
Dr. Nevin Çankaya	Uşak University
Dr. Nevin Şanlıer	Gazi University
Dr. Nevzat Gümüş	Dokuz Eylül University
Dr. Nevzat Gümüş	Dokuz Eylül University
Dr. Nevzat Yiğit	Karadeniz Teknik University
Dr. Nihal Yayla	Pamukkale University
Dr. Nik Ahmad Hisham B. Ismail	International Islamic University Malaysia



Dr. Nilgün Sazak	Sakarya University
Dr. Nilgün Tosun	Trakya University
Dr. Nilgün Tosun	Trakya University
Dr. Nilüfer Akıncıtürk	Uludağ University
Dr. Nimet Haşıl Korkmaz	Uludağ University
Dr. Niyazi Özdemir	Fırat University
Dr. Nizamettin Kahraman	Karabük University
Dr. Nor'ain H.J. Othman	University Technology Mara
Dr. Nuran Kayabaşı	Ankara University
Dr. Nuran Malta Muhaxheri	Lefke Avrupa University
Dr. Nuray Özdiçiner	Pamukkale University
Dr. Nurettin Doğan	Gazi University
Dr. Nurhan Halisdemir	Fırat University
Dr. Nuri Başusta	Fırat University
Dr. Nuriye Semerci	Bartın University
Dr. Nursel Arıcı	Gazi University
Dr. Nursen Suçsuz	Trakya University
Dr. Nurten Çekal	Pamukkale University
Dr. Nurullah Kurt	Kuwait University
Dr. Oğuz Özçelik	Fırat University
Dr. Oğuz Serin	Cyprus International University
Dr. Oksan (Kansoy) Oral	Ege University
Dr. Oktay Pamuk	Ege University
Dr. Onur Çelik	Celal Bayar University
Dr. Orhan Torkul	Sakarya University
Dr. Orhan Dikener	Selçuk University
Dr. Osman Aytekin	Yüzüncü Yıl University
Dr. Osman Celbiş	İnönü University
Dr. Osman Şimşek	Gazi University
Dr. Ömer Keleşoğlu	Fırat University
Dr. Ömer Aytaç	Fırat University
Dr. Ömer Çaha	Yıldız Teknik University
Dr. Ömer Kara	Karadeniz Teknik University
Dr. Özge Özmen	Ankara University
Dr. Özgür Kişi	Canik Başarı University
Dr. Özlem Pelin Can	Cumhuriyet University
Dr. Özlem Sallı Bideci	Düzce University
Dr. Perihan Güler	Kırıkkale University
Dr. Pınar Göklüberk Özlü	Gazi University
Dr. Piotr Romanowski	Warsaw University
Dr. R. Eser Gültekin	Akdeniz University
Dr. Ragıp İnce	Fırat University
Dr. Rahman Safarov	Azerbaycan Turizm ve Menectmen University
Dr. Ramazan Çağlar	İstanbul Teknik University
Dr. Ramazan Gürbüz	Adıyaman University
Dr. Ramazan Kaçar	Karabük University
Dr. Ramwanta Gupta	Dept. of Biology, Fac. of Science College
Dr. Razauden Bin Mohamed Zulkifli	University Teknologi Malaysia
Dr. Recep Kanıt	Gazi University
Dr. Recep Özkan	Ömer Halisdemir University
Dr. Reha Saydan	Yüzüncü Yıl University
Dr. Resul Daş	Fırat University
Dr. Roswanira Abdul Wahab	University Teknologi Malaysia
Dr. Rovsen Kerimov	Azerbaycan Milli Elmler Akademisi
Dr. Rüçhan Özkılıç	Uludağ University
Dr. Sabit Oymael	İstanbul Arel University
Dr. Sadık İdrizi	Prizren University
Dr. Salih Taner Yıldırım	Kocaeli University
Dr. Saliha Ağaç	Gazi University
Dr. Saliha Aydemir	Karadeniz Teknik University
Dr. Seher Manadacı Şahin	Ömer Halisdemir University
Dr. Selahattin Akşit	Erciyes University
Dr. Selami Aydın	Balıkesir University
Dr. Selçuk Kürşat İşleyen	Gazi University
Dr. Selim Kul	Fırat University
Dr. Selima Khatun	Burdwan University
Dr. Selma Çelikyay	Bartın University
Dr. Semra Günay Aktaş	Anadolu University
Dr. Semra Sevimay	Ankara University
Dr. Serap Kahraman	Dokuz Eylül University
Dr. Serdal Terzi	Süleyman Demirel University
Dr. Serdar Günaydın	Kırıkkale University
Dr. Serdar Mercan	Cumhuriyet University
Dr. Serhat Şeker	İstanbul Teknik University

Dr. Serkan Subaşı	Düzce University
Dr. Serkan İslak	Kastamonu University
Dr. Sertaç Güngör	Selçuk University
Dr. Sevil Bayburt	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Sevim Akçağlar	Uludağ University
Dr. Seyid Ahmet Sargın	Akdeniz University
Dr. Seyit Uğurlu	Yüzüncü Yıl University
Dr. Sezer Korkmaz	Gazi University
Dr. Sezgin Kaçar	Sakarya University
Dr. Sibel Yoleri	Uşak University
Dr. Simin Ghavifekr	University of Malaya
Dr. Sinan Çalık	Fırat University
Dr. Sinan Çalışkan	Hitit University
Dr. Soner Polat	Kocaeli University
Dr. Sule Çivitçi	Gazi University
Dr. Sunil Kumar Khan	Sreegopal Banerjee College India
Dr. Süleyman Gündüz	Karabük University
Dr. Süleyman Korkut	Düzce University
Dr. Süreyya Yonca Biçer	Fırat University
Dr. Ş.Kerem Özel	İstanbul Bilim University
Dr. Şemsettin Kılıçarslan	Süleyman Demirel University
Dr. Şener Demirel	Fırat University
Dr. Şermin Ozan	Fırat University
Dr. Şükrü Özen	Akdeniz University
Dr. Tahir Çetin Akıncı	İstanbul Teknik University
Dr. Tahir Gönen	Uşak University
Dr. Tahsin Aktaş	Gazi University
Dr. Tayfun Tutak	Fırat University
Dr. Temel Göktürk	Artvin Çoruh University
Dr. Temel Yeşilyurt	Erciyes University
Dr. T. Haziyanan Tengku Abdul Hamid	International Islamic University Malaysia
Dr. Teoman Ayhan	Bahrain University
Dr. Tsung-chiung(Emily) Wu	National Dong Hwa University
Dr. Tuncay Sevindik	Yıldız Teknik University
Dr. Turhan Çetin	Gazi University
Dr. Tülay Esin	Gebze Teknik University
Dr. U.Teoman Aksoy	Fırat University
Dr. Uğur Çakılıcıoğlu	Munzur University
Dr. Uğur Çalığülü	Fırat University
Dr. Umit Arklan	Cumhuriyet University
Dr. Übeyde İpek	Fırat University
Dr. Ünal İç	Fırat University
Dr. Vaclav Mentl	Skoda Research Ltd.Pilsen, Czech Republic
Dr. Vedat Asil	Fırat University
Dr. Vedat Çınar	Fırat University
Dr. Yasemin Açık	Fırat University
Dr. Yasemin Özkan	Ankara University
Dr. Yaşar Kaya	İnönü University
Dr. Yeliz Yazgan	Uludağ University
Dr. Yener Özen	Erzincan University
Dr. Yılmaz Kaya	Ondokuz Mayıs University
Dr. Yunus Bulut	Bingöl University
Dr. Yunus Saral	Recep Tayyip Erdoğan University
Dr. Yüksel Deniz Arıkan	Ege University
Dr. Yüksel Esen	Fırat University
Dr. Z. Fuat Toprak	Dicle University
Dr. Zafer Gönülalan	Erciyes University
Dr. Zahadin Shemsidini	Prizren University
Dr. Zehra Nur Ersözlü	Gaziosmanpaşa University
Dr. Zekai Pehlivan	Mersin University
Dr. Zekeriya Aktürk	Atatürk University
Dr. Zeki Yıldız	Eskişehir Osmangazi University
Dr. Ziyaddin Recebli	Karabük University
Dr. Zülfü Demirtaş	Fırat University

İçindekiler/Content

Kitabın Kimliği/Identity of Book		I
İçindekiler/Content		XI
Davetli Konuşmacı/Keynote Speakers		
International Islamic University-Malaysia <i>Prof.Dr. Nik Ahmad Hisham B. Ismail</i>		XV
ISS2016'nın En İyi Makaleler Listesi/Best Articles List of the ISS2016		XVI
ID	Makaleler/Articles	
	International Journal Articles (Chapter-I)	
1A3IJ	<b>Dynamic model and simulation of one active joint robotic fish</b> <i>Zühtü Hakan Akpolat, Mustafa Can Bingöl, Mustafa Ay, Gonca Özmen Koca, Cafer Bal, Deniz Korkmaz</i>	1
1A5IJ	<b>Kriptoloji yöntemlerinin karşılaştırılması</b> <i>Zainab Obaid, Arkan Sabonchi, Bahriye Akay</i>	2
1A6IJ	<b>Farklı kuyruk modellerine sahip bir robot balığın FSI analizi</b> <i>Mustafa Ay, Gonca Özmen Koca, Seda Yetkin, Cafer Bal, Zühtü Hakan Akpolat</i>	3
1A7IJ	<b>Polivinilasetat tutkalı ile yapıştırılmış doğu kayını (<i>fagus orientalis lipsky</i>) ve doğu ladini (<i>pinus silvestris l.</i>) odunlarının yapışma performansı üzerine suda bekletme faktörlerinin etkilerinin araştırılması</b> <i>Selahattin Bardak, Sebahattin Tiryaki, Timuçin Bardak, Aytaç Aydın</i>	4
1A8IJ	<b>Öğütülmüş atık cam tozu katkılı betonun puzolanik aktivitesi ve yarmada çekme dayanımının belirlenmesi</b> <i>Eyyüp Orhan, Yüksel Esen</i>	5
1A13IJ	<b>Demiryollarında bakım ve onarım faaliyetlerinin yol geometrisi kalitesine etkilerinin araştırılması: Kütahya-Afyonkarahisar demiryolu hattı örneği</b> <i>Şafak Bilgiç, Polat Yalınız, Sezgin İça</i>	6
1A22IJ	<b>An overview of nanotoxicology</b> <i>Ipek Yalcin Enis, Merve Kucukali Ozturk, Hande Sezgin, Ezgi Ismar</i>	7
1A32IJ	<b>Statik ve dinamik yükler altında istinat duvarlarının optimum tasarımı</b> <i>Aylin Ece Kayabekir, Gebrail Bekdaş, Sinan Melih Niğdeli, Rasim Temür</i>	8
1B1IJ	<b>Bir devlet hastanesinde intihar girişiminde bulunan olgulara yönelik acil çalışanlarının tutumlarının belirlenmesi</b> <i>Nurten Alan, Sevil Telli, Leyla Khorshtd</i>	9
1B2IJ	<b>Doğum sonu dönemde algılanan sosyal desteğin maternal uyku kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi</b> <i>Habibe Bay, Neriman Soğukpınar</i>	10
1B3IJ	<b>Refleksoloji'nin infantil koliğin giderilmesi üzerine etkisinin incelenmesi</b> <i>Sibel İcke, Rabia Etki Genç</i>	11
1B4IJ	<b>Bireysel ve grup emzirme eğitiminin baba adaylarında doğum sonu dönemde emzirme tutumuna etkisi</b> <i>Yeşim Yeşil, Hafize Öztürk Can</i>	12
1B5IJ	<b>Üreme sağlığı eğitiminin üniversite öğrencilerinin bilgi düzeylerine etkisi</b> <i>Hafize Öztürk Can, Yeliz Çakır Koçak, Yeşim Yeşil, Zehra Baykal Akmeşe</i>	13
1B7IJ	<b>Gaziantep ilinde el beceri kurslarına gelen kadınların aile planlamasına yönelik, bilgi tutum ve davranışları</b> <i>Firdevs Gür, Rabia Sohbet</i>	14
1B8IJ	<b>Menopozdaki kadınların suçluluk ve utanç duygularının yaşam kalitesine etkisi</b>	15

	<i>Pelin Zıvıdır, Rabia Sohbet</i>	
1B9IJ	<b>Beyin dokusu üzerinde sisplatin tarafından ingüklenen oksidatif hasara karşı p-kumarik asit'in etkisi</b> <i>Fazile Nur Ekinci Akdemir, İlhami Gülçin, Cebraail Gürsul, Saleh H. Alwasel Yasin Bayır</i>	16
1C5IJ	<b>Okul öncesi dönem çocuklarının duygusal zekâ düzeyleri ile akran ilişkileri arasındaki ilişkinin incelenmesi</b> <i>Büşra Şen, Şahide Özbey</i>	17
2A9IJ	<b>Lazer kaynağı ile birleştirilen AISI 2205 dubleks paslanmaz çeliğin mekanik ve mikroyapı özelliklerinin incelenmesi</b> <i>Ceyhun Köse, Ramazan Kaçar</i>	18
2A12IJ	<b>ALC ilave edilen toz metal çeliklerde karbon oranının mikroyapı ve mekanik özellikler üzerine etkisinin araştırılması</b> <i>Mehmet Akif Erden, Erdem Özkurt, Ahmet Nusrev Tanrıverdi, Alperen Yılmaz, Mustafa Türkmen, Hasan Karabulut</i>	19
3C1IJ	<b>The construction of consumer culture through car commercials</b> <i>Buse Işıkhhan, Aykut Sığın</i>	20
3C4IJ	<b>Organik tarım tabanlı eko-turizm uygulamalarının organik üreticiler açısından değerlendirilmesi: Çandır Köyü örneği</b> <i>Selma Atabey, Arzu Gürdoğan, İbrahim Yokaş</i>	21
3C5IJ	<b>Türkiye-Rusya ilişkilerine karşılıklı bağımlılık teorisi üzerinden bir analiz</b> <i>Oğuz Emre Özkurt</i>	22
3C6IJ	<b>İktisadı büyüme kalitesine farklı bir bakış açısı: Birim kök endeksi</b> <i>Emrah Hanifi Fırat</i>	23
3C10IJ	<b>Deri imalathanelerinde tabaklama işlemi sırasında kimyasalların deri yolu ile temasında karşılaşılan olası risklerin iş sağlığı ve güvenliği açısından belirlenmesi: Uşak ili deri (karma) organize sanayide bir uygulama</b> <i>Hülya Elmalı Gülbas, Serhan Karakaş</i>	24
3C12IJ	<b>Şehir tarihi bağlamında önemli bir belge grubu: Trabzon belediyesi meclis zabıtnameleri (1931-1958)</b> <i>Ömer İskender Tuluk, Deniz Bayrak</i>	25
3C13IJ	<b>Ahmet Güneştekin çalışmaları: "Katmanlar"</b> <i>Nimet Candaş Kahya, Evşen Yetim</i>	26
3C14IJ	<b>Anaokullarındaki doğal mekân ve materyallerinin çocuk gelişimindeki yeri</b> <i>Aslıhan Öztürk, Deniz Bayrak</i>	27
3C15IJ	<b>Hedonik konut fiyatlarının tahmininde mekânsal ekonometrik modeller: İstanbul konut piyasası</b> <i>Sinem Güler Kangallı Uyar, Nihal Yayla</i>	28
3C19IJ	<b>Alternatif bir eğitim-öğretim ortamı olarak video paylaşım siteleri: dünyanın en iyi beş üniversitesindeki örnek ve uygulamalar</b> <i>Asiye Ata, Abdulkadir Atik</i>	29
4B1IJ	<b>Medyanın kadınların beslenme alışkanlıkları, besin seçimi ve tüketimi üzerindeki etkileri</b> <i>Nazan Tuna Oran, Hatice Toz, Tuğba Küçük, Vahide Uçar</i>	30
4B2IJ	<b>Menstrasyon siklus özelliklerinin uyku kalitesine etkisi</b> <i>Hafize Öztürk Can, Fatma Doğan, Kevser Çakın</i>	31
4B3IJ	<b>Bir ebelik arşivi: Geçmişten günümüze ebelik kongreleri, sempozyumları ve günlerinin incelenmesi</b> <i>Yeliz Çakır Koçak, Aytül Hadımlı, Hafize Öztürk Can, Burcu Kırımlı, Burçak Taş, Gülcan Pursuk</i>	32

4B4IJ	<b>The effect of empathy training given to midwives on mothers' birth perceptions and their satisfaction with midwives</b> <i>Songül Aktaş, Türkan Pasinlioğlu, Kıymet Yeşilçiçek Çalık</i>	33
4B7IJ	<b>Intrapartum elektronik fetal monitorisasyon uygulaması ve bu uygulamada sağlık profesyonellerinin sorumlulukları</b> <i>Songül Aktaş, Mehmet A. Osmanağaoğlu</i>	34
4C2IJ	<b>Ebeveyn kabulü ile ebeveyn uygulamaları ilişkisinin incelenmesi</b> <i>Hafize Öztürk Can, Eda Şeyda Aksel</i>	35
5A1IJ	<b>Balıkçılıkta yasak av boyu problemi: İstanbul'da satışa sunulan balıkların uygunluğunun incelenmesi</b> <i>Didem Göktürk, Tomris Deniz, Seda Yılmaz, Sultan Dilek Sacıhan</i>	36
D2IJ	<b>Türkiye'de yapılmış müzik konferanslarının incelenmesi: Müzed ipek yolu örneği</b> <i>Hazel Ercan, Şebnem Yıldırım Orhan</i>	37
D3IJ	<b>Rudolf Matz 25 etüt kitabı etüt no.1'in viyolonsel eğitimi açısından incelenmesi</b> <i>Sıla Çakar, Şebnem Yıldırım Orhan, Kaan Yüksel</i>	38
D4IJ	<b>Müzik dersinde teknoloji kullanımının ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin müzik dersine karşı tutumlarına etkisi</b> <i>Yusuf Andaç, Ebru Temiz</i>	39
D5IJ	<b>Sebastian Lee op.113 etüt kitabı 1. etüdün teknik ve biçimsel analizi</b> <i>Ezgi Özkan, Şebnem Yıldırım Orhan</i>	40
ID	<b>Makaleler/Articles</b>	
	<b>Proceeding Book Full Text Article (Chapter-II)</b>	
1A1PB	<b>Autoregressive models for prediction of rainfall data in Afyon region</b> <i>Halil İbrahim Burgan</i>	41 49
1A2PB	<b>Extreme value modelling of natural frequencies of an uncertain composite plate</b> <i>Abdullah Seçgin, Murat Kara, Altay Ozankan</i>	50 58
1A4PB	<b>Hava boşluklu betonların fiziksel ve basınç dayanım özelliklerinin incelenmesi</b> <i>Cevdet Emin Ekinci, Muhammed Başaran</i>	59 67
1A11PB	<b>Schiff bazı biyopolimerleri</b> <i>Nevin Çankaya, Nevin Turan, Özlem Sökmen</i>	68 78
1A12PB	<b>Comparison between basic and acidic dyes adsorption on low cost adsorbents</b> <i>Ceyda Bilgiç</i>	79 88
1A19PB	<b>TI6AL4V alaşımında lazer ile yüzey modifikasyonu</b> <i>Mustafa Aras, Ersin Kayahan, Özcan Gündoğdu, Mustafa Türkmen</i>	89 99
1A21PB	<b>Dalga tankında dalga üretiminin sayısal analizi</b> <i>Ahmet Koca, Halil İbrahim Yamaç</i>	100 111
1A23PB	<b>Isıl işlem şartlarının mikroalaşımli çeliklerin mikroyapı ve sertlik özelliklerine etkisi</b> <i>Mustafa Türkmen, Mustafa Aras</i>	112 119
1A24PB	<b>Yapılarda huzur kriterlerinin incelenmesi Elazığ örnekleme</b> <i>Melek Akgül, Cevdet Emin Ekinci</i>	120 132
1A26PB	<b>Kitosan-Cloisite kili biyonanokompozitleri</b> <i>Nevin Çankaya, Özlem Sökmen</i>	133 142
1A28PB	<b>Kentsel yeşil alanlardaki kullanıcı memnuniyeti: Erzincan örneği</b> <i>Yusuf Tuğrul Şiranlı, U. Teoman Aksoy</i>	143 152
1A30PB	<b>Assessment of floodplain models in Afyonkarahisar, Turkey</b> <i>Halil İbrahim Burgan</i>	153 158

2A1PB	AISI 1030 çelik yüzeyine GTA kaynak yöntemiyle Ni <sub>3</sub> Al intermetalik bileşiğinin kaplanabilirliğinin araştırılması <i>Uğur Çalığülü, Halil Dikbaş, Adil Küçükarslan</i>	159 169
2A2PB	Fe/Cu+TiC esaslı hibrit kompozit kaplamaların üretimi ve mikroyapı özellikleri <i>Serkan Islak, Cihan Özorak</i>	170 178
2A3PB	TIG yöntemi kullanılarak CR <sub>2</sub> ALC max fazlı kaplamaların üretimi <i>Serkan Islak, Cihan Özorak</i>	179 185
2A4PB	Microstructure synthesis of hvof sprayed NiCr coating <i>Serkan Islak, Cihan Özorak</i>	186 191
2A5PB	AA7075 alüminyum alaşımı için geliştirilmiş TIG kaynak uygulaması <i>Hayriye Ertek Emre, Ramazan Kaçar, Batuhan Bozkurt, Ertan Güral, Yunus Emre Bulut, Serkan Keçe</i>	192 205
2A7PB	Alüminyum matrisli niyobyum karbür takviyeli kompozit malzemenin toz metalurjisi yöntemi ile üretimi ve mekanik özelliklerinin incelenmesi <i>Hasan Karabulut, Mehmet Akif Erden</i>	206 224
2A8PB	5754 alüminyum alaşımının lazer kaynak kabiliyeti <i>Ceyhun Köse</i>	225 236
2A10PB	PTA kaynak yöntemiyle birleştirilen AISI 304/HARDOX 400 çeliklerinin kaynak kabiliyetlerinin incelenmesi <i>Ali Kaya Gür, Uğur Çalığülü, Feyzi Ataman</i>	237 247
2A11PB	PTA kaynak yöntemiyle birleştirilen AISI 304/RAMOR 500 çeliklerinin kaynak kabiliyetlerinin incelenmesi <i>Ali Kaya Gür, Uğur Çalığülü, Necmettin Yiğittürk</i>	248 258
2A13PB	AISI 1050 çeliğinin çoklu takımlarla eş zamanlı tornalanması <i>Ulaş Çaydaş, Mahmut Çelik</i>	259 266
2A14PB	TI6AL4V alaşımının frezelenmesi işleminin sonlu elemanlar yöntemi ile 3B modellenmesi <i>Faruk Karaca, Engin Ünal</i>	267 273
2A15PB	Bir ısı değiştiricisinde optimum tasarım parametrelerinin belirlenmesi <i>Emre Turgut</i>	274 284
3C3PB	Türk halk müziği fonetik notasyon Sistemi/THMFNS'NDE kullanılması öngörülen modeller: KayPENTAX®: Fonetik veritabanı model 4332 <i>Gonca Demir</i>	285 299
3C16PB	Deri imalathanelerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından kimyasal risk etmenlerinin belirlenmesi: Uşak ili deri karma organize sanayide bir uygulama <i>Hülya Elmalı Gülbas, Serhan Karakaş</i>	300 313
4B6PB	T1P-I diyabet oluşturulan ratların kan dokusunda protein, vitamin ve kolesterol profilleri üzerine <i>physalis peruviana</i> l. ekstraktının etkileri <i>Sevinç Aydın, Tubay Kaya, Orhan Erman, Ökkeş Yılmaz</i>	314 319
5A6PB	Kuzeydoğu Akdeniz'de yakalanan berlam balığı ( <i>Merluccius Merluccius</i> )'nın boy-ağırlık ilişkisi <i>Hülya Girgin, Nuri Başusta</i>	320 325



**Prof. Dr. Nik A. Hisham Ismail**  
*Kulliyyah of Education*

**Academic/Professional Qualification**

Ph.D in Social Psych. In Education, University College London Institute of Education United Kingdom. 2000.

Master of Science in Education, University of Southern California, United States of America, 1989.

Bachelor of Arts in Economics & Geography, California State University, Fresno, United States of America, 1987.

**Majlis Profesor Negara (MPN)**

Ahli Jawatankuasa MPN Kluster Pendidikan dan Sumber Manusia

Ahli Jawatankuasa MPN Kluster Projek Khas Nasional Media Demokrasi dan Sistem Elektoral

**Majlis Dekan Dekan Pendidikan Malaysia (MDPM)**

Ahli Jawatankuasa Majlis Dekan Dekan Pendidikan Malaysia

**Member of Consortium of Asia Pacific Education Universities (CAPEU)**

**Knowhow and Interest**

Social Science - Social Psychology

Arts and Applied Arts - Educational Psychology and Curriculum & Instruction

Study on Democratic Practices and Behaviors

Personality and Personality Disorder and Mental Health

Research Interest

Educational Psychology, Social-Psychology, Mental Health, Personality, Human development, Adolescence and Youth, Pedagogical Studies, Curriculum and Instruction, Electoral Studies, Media, National Development, and Governance System.

**Profile**

Professor Dr Nik A. Hisham Ismail started his career at the International Islamic University Malaysia (IIUM) as a lecturer in 1990. He has served the IIUM for more than twenty five years. Prof. Nik is involved in the training of academic staff and also active as evaluator in several research committees at the IIUM, Ministry of Education (MOE), Ministry of Higher Education (MOHE), Ministry of Youth and Sports (MYS), Ministry of Rural Development (MRD), Public Services Department (PSD), Qatar National Research Foundation (QNRF) and the Islamic Educational Scientific and Cultural Organization (ISESCO). Prof Nik is a dynamic researcher at the university and national level. He has been laboring as consultant and researcher for agencies such as MOE, MOHE, MYS, MRD, MARA, Petronas, Prestariang Sdn. Bhd., STAR, Berita Harian and many others. Prof Nik has published few books and has written a number of articles in the refereed and indexed journals. Many of his work are relevant to his professional credentials and interest in the academic world. At present he is the Dean for Kulliyyah of Education at IIUM.

NWSA Bilim Kristali ... NWSA Science Crystalline Best Articles List of the ISS2016/ISS2016'nın En İyi Makaleler Listesi	
1A1PB	Autoregressive models for prediction of rainfall data in Afyon region <i>Halil Ibrahim Burgan</i>
1A3IJ	Dynamic model and simulation of one active joint robotic fish <i>Zühtü Hakan Akpolat, Mustafa Can Bingöl, Mustafa Ay, Gonca Özmen Koca, Cafer Bal, Deniz Korkmaz</i>
1A7IJ	Polivinilasetat tutkalı ile yapıştırılmış doğu kayını ( <i>fagus orientalis lipsky</i> ) ve doğu ladini ( <i>pinus silvestris l.</i> ) odunlarının yapışma performansı üzerine suda bekletme faktörlerinin etkilerinin araştırılması <i>Selahattin Bardak, Sebahattin Tiryaki, Timuçin Bardak, Aytaç Aydın</i>
1A13IJ	Demiryollarında bakım ve onarım faaliyetlerinin yol geometrisi kalitesine etkilerinin araştırılması: Kütahya-Afyonkarahisar demiryolu hattı örneği <i>Şafak Bilgiç, Polat Yalınız, Sezgin İça</i>
1A23PB	Isıl işlem şartlarının mikroalaşımli çeliklerin mikroyapı ve sertlik özelliklerine etkisi <i>Mustafa Türkmen, Mustafa Aras</i>
1B4IJ	Bireysel ve grup emzirme eğitiminin baba adaylarında doğum sonu dönemde emzirme tutumuna etkisi <i>Yeşim Yeşil, Hafize Öztürk Can</i>
1B8IJ	Menopozdaki kadınların suçluluk ve utanç duygularının yaşam kalitesine etkisi <i>Pelin Zıvdır, Rabia Sohbet</i>
1B9IJ	Beyin dokusu üzerinde sisplatin tarafından ingüklenen oksidatif hasara karşı p-kumarik asit'in etkisi <i>Fazile Nur Ekinci Akdemir, İlhami Gülçin, Cebraail Gürsul, Saleh H. Alwasel Yasin Bayır</i>
2A2PB	Fe/Cu+TiC esaslı hibrit kompozit kaplamaların üretimi ve mikroyapı özellikleri <i>Serkan Islak, Cihan Özorak</i>
2A9IJ	Lazer kaynağı ile birleştirilen AISI 2205 dubleks paslanmaz çeliğin mekanik ve mikroyapı özelliklerinin incelenmesi <i>Ceyhun Köse, Ramazan Kaçar</i>
2A11PB	PTA kaynak yöntemiyle birleştirilen AISI 304/RAMOR 500 çeliklerinin kaynak kabiliyetlerinin incelenmesi <i>Ali Kaya Gür, Uğur Çalığülü, Necmettin Yiğittürk</i>
3C3PB	Türk halk müziği fonetik notasyon Sistemi/THMFNS'NDE kullanılması öngörülen modeller: KayPENTAX®: Fonetik veritabanı model 4332 <i>Gonca Demir</i>
3C10IJ	Deri imalathanelerinde tabaklama işlemi sırasında kimyasalların deri yolu ile temasında karşılaşılan olası risklerin iş sağlığı ve güvenliği açısından belirlenmesi: Uşak ili deri (karma) organize sanayide bir uygulama <i>Hülya Elmalı Gülbaş, Serhan Karakaş</i>
3C14IJ	Anaokullarındaki doğal mekân ve materyallerinin çocuk gelişimindeki yeri <i>Aslıhan Öztürk, Deniz Bayrak</i>
4B6PB	TİP-I diyabet oluşturulan ratların kan dokusunda protein, vitamin ve kolesterol profilleri üzerine <i>physalis peruviana l.</i> ekstraktının etkileri <i>Sevinç Aydın, Tubay Kaya, Orhan Erman, Ökkeş Yılmaz</i>
D5IJ	Sebastian Lee op.113 etüt kitabı 1. etüdün teknik ve biçimsel analizi <i>Ezgi Özkan, Şebnem Yıldırım Orhan</i>



## 1A3IJ

**Zühtü Hakan Akpolat**  
**Mustafa Can Bingöl**  
**Mustafa Ay**  
**Gonca Özmen Koca**  
**Cafer Bal**  
**Deniz Korkmaz**

Fırat University, Elazığ-Turkey  
hakpolat@firat.edu.tr; mustafacanbingol@gmail.com;  
mustafaay@firat.edu.tr; gozmen@firat.edu.tr; cbal@firat.edu.tr;  
dkorkmaz@firat.edu.tr

### **DYNAMIC MODEL AND SIMULATION OF ONE ACTIVE JOINT ROBOTIC FISH**

#### **ABSTRACT**

This study considers the dynamic model of one active joint robotic fish by using Lagrange method and simulation of the robotic fish model in *MATLAB/SimMechanics* environment. Compared results of these two different models are given in the study. The mathematical model of the system is derived from Lagrange energy equations of the robotic fish inspired from a real carangiform fish. The Computer Aided Design (CAD) model of the robotic fish is designed by using SolidWorks and it is transferred to the *SimMechanics* environment. The hydrodynamic effects, which are linear and nonlinear drag force, are also adapted and head motion, one active joint, and one passive joint angles found by using *MATLAB Simulink* environment. Obtained results for joint angles from both dynamic and *SimMechanics* models are compared and proved with animation video of the robotic fish.

**Keywords:** Robotic Fish, Dynamic Model, SimMechanics Model, Mathematical Model, Biomimetic Design

#### **BİR AKTİF EKLEMLİ ROBOT BALIĞIN DİNAMİK MODELİ VE BENZETİMİ**

##### **ÖZ**

Bu çalışma Lagrange yöntemleri ile elde edilen aktif bir eklemli robot balığın dinamik modelini ve bu robot balığın *MATLAB/SimMechanics* ortamında benzetimini içermektedir. Bu iki farklı modelin karşılaştırmalı sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Gerçek carangiform türünden bir balıktan esinlenen sistemin matematik modeli Lagrange enerji fonksiyonları yardımı ile elde edilmiştir. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) modeli *Solidworks* kullanılarak tasarlanmış ve *SimMechanics* ortamına aktarılmıştır. Ayrıca lineer ve lineer olmayan hidrodinamik etkiler *MATLAB Simulink* ortamında bulunan baş hareketine, aktif ekleme ve pasif ekleme uygulanmıştır. Eklem açıları için hem dinamik hem de *SimMechanics* modellerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve robot balık animasyonu ile kanıtlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Robot Balık, Dinamik Model, SimMechanics Model, Matematiksel Model, Biomimetic Tasarım



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A5IJ

**Zainab Obaid**  
**Arkan Sabonchi**  
**Bahriye Akay**

Erciyes University, Kayseri-Turkey  
zainabark@yahoo.com; arkankhaleel@gmail.com; bahriye@erciyes.edu.tr

### **KRİPTOLOJİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

#### **ÖZ**

Kriptoloji, bilgilerin şifrelenmesi ve şifrelenmiş bilgilerin çözülmesi için kullanılan metotlarla ilgilenir. Kriptoloji Yöntemleri klasik ve modern Yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada klasik algoritmalarından yaygın olarak kullanılan Sezar, Vigenere, Vernam, Hill, Playfair algoritmalarının genel yapısı hakkında bilgi verilerek sözü geçen algoritmaların metinler ve Base64 tabanlı görüntü üzerindeki analizleri yapılacaktır. Metin yada görüntüler şifreleme algoritmalarına girdi olarak verilerek anahtar ile şifrelenmiş metin elde edilir. Kullanılan algoritmalar çalışma zamanı yani görüntü şifreleme zaman ve şifre çözülme zamanı, zaman karmaşıklığı, işlemci karmaşıklığı, hafıza karmaşıklığı, kurulacak sisteme uygunluk, esneklik, güven oranı bakımından kıyaslanmıştır ve performans değerleri üzerinden algoritmaların avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şifreleme Algoritmaları, Performans Analizi, Kriptoloji, Bilgi Güvenliği, Görüntü Şifreleme, Klasik Şifreleme Algoritmaları

### **COMPARISON OF CRYPTOGRAPHY METHOD**

#### **ABSTRACT**

Cryptography is the science which deals with methods and theories of encryption and decryption. Cryptography is divided into two parts: modern and classic methods. In this study, we employed some common classical encryption algorithms including Caesar, Vigenere, Vernam, Hill, Playfair algorithms. The overall structure of these algorithms have been explained and an analysis have been performed on the images encoded with Base64. Images and text data are passed to the algorithms and encrypted data is obtained using crypto key. The performances of the algorithms were analyzed based on time consumption for encryption/decryption, the memory consumption, the processor consumption, time complexity, space complexity, adaption to the system, flexibility and confidence rate. Once the performance of the algorithms obtained, the advantages and disadvantages of these algorithms were evaluated.

**Keywords:** Cryptography, Cryptography Algorithms, Performance Analysis, Information Security, Imagecryptography, Classical Cryptography Algorithms



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A6IJ

**Mustafa Ay**  
**Gonca Özmen Koca**  
**Seda Yetkin**  
**Cafer Bal**

**Zühtü Hakan Akpolat**

Fırat University, Elazığ-Turkey

mustafaay@firat.edu.tr; gonca.ozmen@gmail.com; sedayetkin23@gmail.com;  
cbal@firat.edu.tr; hakpolat@firat.edu.tr

### **FARKLI KUYRUK MODELLERİNE SAHİP BİR ROBOT BALIĞIN FSI ANALİZİ** **ÖZ**

Bu çalışmada, akışkan içerisinde hareket edebilen ve farklı kuyruk yapılarına sahip olan carangiform yüzüş moduna sahip balıklar örnek alınarak tasarlanmış bir robot balığa akışkan tarafından etki eden hız, basınç ve girdap değerlerinin bulunması amaçlanmıştır. Belirtilen amaca ulaşmak için HAD (Hesaplamalı akışkanlar dinamiği) yazılımlarından biri olan Ansys paket programı ile robot balığın hidrodinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler için üç boyutlu carangiform türü örnek alınarak tasarlanmış bir robot balık farklı kuyruk yapıları ile modellenerek SolidWorks paket programında tasarımı gerçekleştirilmiştir. Balıkların kuyrukları genellikle esnek yapıda olduğu için FSI (akışkan-yapı analizi) yöntemi tercih edilmiştir. Analizlerin sonuçlarına göre kuyrukların yüzey alanlarının akışkanda oluşturduğu basınç ve girdap değerlerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bulunan bu değerler göz önüne alınarak robot balıkların üretimi esnasında uygun kuyruk yapılarının seçiminin kolaylaşacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Robot Balık, Carangiform Yüzüş Odu,  
FSI (Akışkan-Yapı Analizi), Ansys Programı,  
HAD(Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği)

### **FSI ANALYSIS OF A ROBOT FISH WITH DIFFERENT TAIL MODELS**

#### **ABSTRACT**

In this study, velocity, pressure and vorticity values acting on the carangiform robotic fish which can move on the fluid and have different tail structures are intended to obtain. The hydrodynamic analysis of the robotic fish is carried out with the Ansys software one of the softwares of CFD (computational fluid dynamics) to achieve the specified goal. For analysis, a robotic fish is designed by mimicing three-dimensional carangiform type fish with different tail structures in SolidWorks software environment. FSI method is preferred since fish tails are generally flexible. According to the results of the analysis, how affects the surface area of tails to values of pressure and vorticity on the fluid is examined. During the production of the robotic fish, it is expected to facilitate the selection of appropriate tails according to obtained values.

**Keywords:** Robotic Fish, Carangiform Wimming Mode, FSI (Fluid Structure Interaction), Ansys Program,  
CFD (Computational Fluid Dynamics)



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A7IJ

**Selahattin Bardak**

Sinop University, sbardak@sinop.edu.tr, Sinop-Turkey

**Sebahattin Tiriyaki**

Karadeniz Teknik Uni., sebahattintirkayi@hotmail.com, Trabzon-Turkey

**Timuçin Bardak**

Bartın University, timucinbardak@gmail.com, Bartın-Turkey

**Aytaç Aydın**

Karadeniz Teknik Uni., aytac@ktu.edu.tr, Trabzon-Turkey

### **POLİVİNİLASETAT TUTKALI İLE YAPIŞTIRILMIŞ DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) VE DOĞU LADİNİ (*Pinus silvestris* L.) ODUNLARININ YAPIŞMA PERFORMANSI ÜZERİNE SUDA BEKLETME FAKTÖRLERİNİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

#### **ÖZ**

Odunun yapıştırıcı bağı odun kaynaklarının etkili kullanımında anahtar bir faktördür. Bu nedenle, bir yapıştırıcı ile birleştirilen odun ürünlerinin performansının farklı şartlar altında değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla, şu anki çalışmada, PVAc ile yapıştırılan odun örnekleri farklı sıcaklıktaki suya (20, 40, 60 ve 80°C) farklı süreler (10, 20, 30 ve 40 dakika) için maruz bırakılmıştır. Deneysel sonuçlar incelendiğinde, PVAc ile yapıştırılmış odun örneklerinin suya maruz bırakılması ile örneklerin yapışma direncinde önemli derecede bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Direnç değerlerinde gözlemlenen bu düşüşler özellikle 60°C ve üzerindeki sıcaklıktaki su ile muamelede daha ciddi oranlara ulaşmıştır. Tüm sıcaklık gruplarında elde edilen düşüş maruz bırakılan sürenin artışı ile beraber çoğunlukla artmıştır. Ayrıca, kayın örnekleri ladin örneklerine kıyasla daha yüksek yapışma direnci vermiştir.

**Anahtar kelimeler:** PVAc, Yapışma Performansı, Su Sıcaklığı, Doğu Kayını, Doğu Ladini

### **INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOAKING FACTORS ON THE BONDING PERFORMANCE OF ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) AND ORIENTAL SPRUCE (*Pinus silvestris* L.) WOODS BONDED WITH POLYVINYL ACETATE ABSTRACT**

Adhesive bond of wood is a key factor in effective utilization of wood resources. Therefore, the evaluation of performance under different conditions of the wood products bonded with an adhesive is highly important. To this end, in the current study, wood samples bonded with PVAc were subjected to water at different temperatures (20, 40, 60 and 80°C) for different durations (10, 20, 30 and 40 minutes). Once the experimental results were analyzed, it was observed that the bonding strength of the wood samples bonded with PVAc significantly decreased as the samples were exposed to water. These drops observed in strength values reached to larger ratios as a result of treatment with water at 60°C and temperatures above. The drop obtained in all temperature groups mostly increased with the increase of the allowed time.

**Keywords:** PVAc, Adhesion Performance, Water Temperature, Oriental Beech, Oriental Spruce



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A81J

**Eyyüp Orhan**

Bozok University, eyüp.orhan@bozok.edu.tr, Yozgat-Turkey

**Yüksel Esen**

Fırat University, yesen@firat.edu.tr, Elazığ-Turkey

### **ÖĞÜTÜLMÜŞ ATIK CAM TOZU KATKILI BETONUN PUZOLANİK AKTİVİTESİ VE YARMADA ÇEKME DAYANIMININ BELİRLENMESİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada, öğütülmüş atık cam tozu katılı betonun, puzolanik aktivitesi, yarmada çekme dayanımı, su emme, porozite, birim hacim ağırlık ve özgül ağırlık değerleri bulunmuştur. Deneylerde kullanılan öğütülmüş atık cam tozu, betona %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında, çimento ile yer değiştirilerek ilave edilmiştir. Numunelerin hazırlanmasında maksimum tane çapı (d<sub>max</sub>) 16 mm olan agrega kullanılmıştır. Puzolanik aktivite için 5x5x5 mm ölçülerinde, yarmada çekme dayanımı, su emme, porozite, birim hacim ağırlık ve özgül ağırlık deneyleri için 100x100x100 mm ölçülerinde küp numuneler hazırlanmıştır. Numuneler 20±2°C'de 7, 28, 90 gün standart su küründe bekletilmiştir. Kür işlemi tamamlanan numunelere deneyler uygulanmıştır. Cam tozu katkısının puzolanik aktivitesinin olduğu görülmüştür. İleriki yaşlardaki betonun yarmada çekme dayanımı kontrol betonuna göre artış göstermiştir. Optimum cam tozu kullanım değeri %10 ve %15 oranında olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Cam Tozu, Beton, Puzolanik Aktivite, Yarmada Çekme, Porozite

#### **THE POZZOLONIC ACTIVITY OF THE CONCRETE MIXED WITH GROUND WASTE GLASS POWDER AND THE DETERMINATION OF TENSILE SPLITTING STRENGTH**

#### **ABSTRACT**

In this study, the values of the pozzolanic activity, tensile splitting strength, water absorption, porosity, unit volume weight and the specific weight of the concrete mixed with ground waste glass powder have been determined. The ground waste glass powder which was used in the experiments was added by being replaced with the cement in the percentage of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% into the concrete. In the preparation of the samples; the aggregate, which was 16 mm (d<sub>max</sub>) of maximum grain diameter was used. The samples of cube in the sizes of 100x100x100 for the experiments of the tensile splitting strength, water absorption, porosity, unit volume and specific weight were prepared. The samples were steeped in standard water cure during 7, 28, 90 days in 20±2°C. The tests were applied to the samples of which the cure process was completed. It was observed that the pozzolanic activity of the additive of glass powder occurred. The tensile splitting strength of the concrete in future years showed an increase according to the control concrete. It was observed that the optimum usage value of glass powder was 15% and 20%.

**Keywords:** Glass Powder, Concrete, Pozzolanik Activity, Splitting Tensile, Porosity



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A131J

### **Şafak Bilgiç**

Eskişehir Osmangazi Uni., safakbilgiç@gmail.com, Eskişehir-Turkey

### **Polat Yalınız**

Dumlupınar University, polat.yaliniz@dpu.edu.tr, Kütahya-Turkey

### **Sezgin İça**

Devlet Su İşleri, sezginica@gmail.com, Kütahya-Turkey

## **DEMİRYOLLARINDA BAKIM VE ONARIM FALİYETLERİNİN YOL GEOMETRİSİ KALİTESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: KÜTAHYA-AFYONKARAHİSAR DEMİRYOLU HATTI ÖRNEĞİ**

### **ÖZ**

Demiryolu, istatistiksel olarak en güvenli ulaşım modu olmasına rağmen yine de sıklıkla kazalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle yapılacak bakım ve onarım faaliyetleri ile yolun kalitesinin standartlar dahilinde tutulması çok büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, 2008 yılında ölümlü tren kazası meydana gelen Kütahya-Afyonkarahisar şehirleri arasında yer alan demiryolu hattı üzerinde belirli bir bölüm incelenmiştir. Hatta yapılan planlı ve plansız ölçümler ile yol bölümünde yapılan poz ile bakım çalışmalarının etkileri, iyileşmeler, bozulmalar ve yolun ilk kalitesinin yolun bozulma oranına etkileri EN:13848-5 standardında da yer alan standart deviasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakım ve Onarım, Demiryolu, Fleş, Standart Deviasyon, Yol Geometrisi

## **INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE QUALITY OF REPAIR AND MAINTENANCE ACTIVITIES IN RAILWAYS TO THE TRACK GEOMETRY: CASE STUDY OF KÜTAHYA- AFYONKARAHİSAR RAILWAY LINE**

### **ABSTRACT**

Although railway is the safest transportation mode statistically nevertheless incidents may occur frequently. For this reason, maintaining the quality of the track within the standards is very important by the repair and maintenance activities to be performed. In this study, a specific part of the railway line having a fatal incident in 2008 between Kütahya and Afyonkarahisar cities was investigated. The effects of the track renewal and maintenance activities, improvements, degradations and the effects of the initial track quality to degradations were determined by the planned and unplanned surveys carried on the track using the standard deviation method mentioned in the EN:13848-5 standard.

**Keywords:** Alignment, Railway, Repair and Maintenance, Standard Deviation, Track Geometry



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A22IJ

**Ipek Yalçın Enis**  
**Merve Küçükali Öztürk**  
**Hande Sezgin**  
**Ezgi Ismar**

Istanbul Technical University, Istanbul-Turkey  
ipekyalcin@itu.edu.tr; kucukalim@itu.edu.tr; sezginh@itu.edu.tr;  
ezgiismar@itu.edu.tr

### **AN OVERVIEW OF NANOTOXICOLOGY**

#### **ABSTRACT**

Nanotechnology grows rapidly and has potential applications in many areas such as industry, agriculture, business, medicine etc. Since nanomaterials are used in daily life activities nowadays, research on toxicity of nanoparticles gains more importance. Nanoparticles (NPs) have been studied for cell toxicity, immunotoxicity, and genotoxicity. This review reports a summary of recent researches on toxicity of nanomaterials having different classes: metals and non-metals.

**Keywords:** Toxicity, Nanotechnology, Nanotoxicology,  
Metal Nanoparticles, Non-Metal Nanoparticles

### **NANOTOKSİKOLOJİYE GENEL BAKIŞ**

#### **ÖZ**

Nanoteknoloji hızla büyümekte ve günümüzde endüstri, tarım, tıp gibi bir çok sektörde kullanım alanı bulmaktadır. Nanomalzemelerin kullanımının günden güne artması, bu malzemelerin toksik özelliği ile ilgili yapılan çalışmaları daha da önemli hale getirmektedir. Hücre toksisitesi, immünotoksisite ve gen toksisitesi konuları, nanopartiküller için başlıca çalışma konularını oluşturmaktadır. Bu derleme, metal ve ametal olarak ana sınıflara ayrılmış nanomalzemelerin toksisitesi üzerine yapılmış güncel çalışmaların bir özetini sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Toksisite, Nanotoksikoloji, Nanotoksikoloji,  
Metal Nanopartiküller, Ametal Nanopartiküller



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).

## 1A32IJ

**Aylin Ece Kayabekir**  
**Gebrail Bekdaş**  
**Sinan Melih Niğdeli**  
**Rasim Temür**

Istanbul University, İstanbul-Turkey  
ecekayabekir@gmail.com; bekdas@istanbul.edu.tr  
melihniğ@istanbul.edu.tr; temur@istanbul.edu.tr

### **STATİK VE DİNAMİK YÜKLER ALTINDA İSTİNAT DUVARLARININ OPTİMUM TASARIMI**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada; statik yükler ve deprem yükleri altında konsol bir istinat duvarının optimum betonarme tasarımı, metasezgisel algoritmalarından biri olan Öğretme-Öğrenme Tabanlı Optimizasyon (TLBO) algoritmasını kullanan bir metot geliştirilerek yapılmıştır. Optimum tasarım ile istinat duvarının birim uzunluğu için toplam maliyetin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Betonarme tasarım, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY, 2007) kuralları uygulanarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, TLBO algoritması kullanımı ile optimum kesit boyutları bulunarak daha düşük maliyetli istinat duvarı tasarımı elde edilebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Optimum Tasarım, Konsol İstinat Duvarı, Öğretme-Öğrenme Tabanlı Optimizasyon, Betonarme

### **OPTIMUM DESIGN OF RETAINING WALLS UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADS**

#### **ABSTRACT**

In this study, a method is developed to obtain optimum reinforced concrete cantilever retaining wall design under the static and earthquake loads by using Teaching-Learning Based Optimization (TLBO) algorithm which is one of the metaheuristic algorithms. Minimization of total material cost per unit length including concrete and steel of the retaining wall is aimed in optimum reinforced concrete design. The requirements of the Turkish Earthquake Code (DBYBHY, 2007) are considered for reinforced concrete (RC) design. According to results of the numerical analysis, it is shown that low-cost retaining wall design can be obtained by finding optimum cross-section dimensions using TLBO algorithm.

**Keywords:** Optimum Design, Cantilever Retaining Wall, Teaching-Learning Based Optimization, Reinforced Concrete



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaeng/>).



## 1B1IJ

**Nurten Alan**

Dokuz Eylül University, nurtenalan@deu.edu.tr, İzmir-Turkey

**Sevil Telli**

İzmir Ekonomi University, sevil\_telli83@hotmail.com

**Leyla Khorshtd**

Ege University, khorsthtdleyla@gmail.com

### **BİR DEVLET HASTANESİNDE İNTİHAR GİRİŞİMİNDE BULUNAN OLGULARA YÖNELİK ACİL ÇALIŞANLARININ TUTUMLARININ BELİRLENMESİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışma, acil sağlık çalışanlarının intihar girişiminde bulunan bireylere yönelik tutumlarını ve bunu etkileyen etmenleri belirlemek amacı ile yapılmıştır. Ülkemizin batısındaki bir ilçenin devlet hastanesinin acil servisinde çalışan tüm doktor, hemşire, acil tıp teknikeri ve sağlık memurlarından (n:37) oluşmaktadır. Veriler, "İntihar Girişiminde Bulunan Olgulara Yönelik Acil Sağlık Çalışanlarının Tutumları Ölçeği (İGYTÖ)" kullanılarak toplanmıştır. Ölçekten elde edilebilecek en yüksek puan 140, en düşük puan 28'dir. Puanlardaki artış, tutumun olumlu, azalma tutumun olumsuz olduğunu göstermektedir. Verilerin analizinde ANOVA ve Student "t" testi kullanılmıştır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı (Chronbach Alpha)=,933'tür. Çalışanlarının yaş ortalaması 38,78±6,80 (min-max=26-55)'dir, mezuniyet yılı ortalaması 17,90±6,61 (min-max=5-30)'dir. Ölçek puan ortalaması 106,57±21,14 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İntihar Girişimi, Tutum, Acil Servis, Sağlık Çalışanları, Damgalama

### **DETERMINATION OF THE ATTITUDES OF HEALTH WORKERS WORKING IN THE EMERGENCY TOWARDS THE INDIVIDUALS WHO HAVE ATTEMPTED TO COMMIT SUICIDE IN A STATE HOSPITAL**

#### **ABSTRACT**

This study was conducted with the aim of determining the attitudes of health workers working in the emergency clinic towards the individuals who have attempted to commit suicide and of determining the factors that affected it. The population of the study consists of physicians, nurses, emergency medical technicians and medical officers (n:37) who works in the emergency clinic of a state hospital in the west part of Turkey. Data by using "Attitudes Scale towards Emergency Clinic Individuals Who Have Attempted to Suicide" were collected. The highest score that can be obtained in the scale is 140, the lowest score is 28. Increase in the score indicates the more positive attitudes and decrease in the score indicates the more negative attitudes. In analysing the data, ANOVA and Student "t" test were used. In this study reliability coefficient of the scale was found as Cronbach Alpha ( $\alpha$ )=.933. The mean age 38.78±6.80 (min-max= 26-55) years, the mean graduating year is 17.90±6.61 (min-max=5-30) years. In this study the mean score of the scale was found as 106.57±21.14 years.

**Keywords:** Suicide Attempts, Attitude, Emergency Room, Medical Workers, Stigmatization

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>.) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 1B21J

Habibe Bay  
Neriman Soğukpınar

Ege university, İzmir-Turkey  
habiberk@hotmail.com; neriman.sogukpinar@ege.edu.tr

### DOĞUM SONU DÖNEMDE ALGILANAN SOSYAL DESTEĞİN MATERNAL UYKU KALİTESİNE OLAN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### ÖZ

Araştırmanın amacı, doğum sonu döneminde algılanan sosyal desteğin maternal uyku kalitesine olan etkisini değerlendirmektir. Araştırmanın evrenini, Bornova Belediyesine bağlı belirlenen Aile Sağlığı Merkezlerinde çalışmanın yapıldığı tarihte doğum yapmış ve halen lohusalık döneminde olan 122 anne oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemi, rastgele atama yöntemiyle belirlenmiştir. Veriler, anneler için tanıtıcı özellikler veri formu, Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi(PUKİ), Epworth Uykululuk Ölçeği (EUÖ), Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (MSPSS), Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ) kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizinde, tanıtıcı bilgilerine ilişkin verilerin sayı-yüzde dağılımları, normal dağılıma uymayan nümerik değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenler için non-parametrik testlerden; Mann Whitney U, Kruskal Wallis, Ki-Kare ve Spearman Korelasyon testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; doğum sonu dönemde annenin algıladığı sosyal destek ile uyku kalitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmasına rağmen; annelerin %83.6'sının uyku kalitesinin kötü olduğu saptanmıştır (Global skor $\geq$ 5). Annelerin uyku kalitesi indeksi toplam puanı (PUKİ) ile doğum şekilleri, doğum sonu dönem aralığı ve annenin yaşayan çocuk sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Uyku kalitesi indeksi(PUKİ) toplam puan ortalaması ile bebeğin istenilen olma durumu, yenidoğanın beslenme şekli ve annelerin bebek bakımında destek alma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ).


**Anahtar Kelimeler:** Annelik, Uyku, Uyku Kalitesi, Doğum Sonu Dönem, Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi

### PERCEIVED SOCIAL SUPPORT IN POSTPARTUM PERIOD OF EVALUATION OF THE EFFECTS OF MATERNAL SLEEP QUALITY

#### ABSTRACT

The main purpose of the study, the perceived social support in the postpartum period to evaluate the effect of maternal sleep quality. The population of the research has consisted of mothers who gave birth on the date the work done and the postpartum period are still 122 mothers in the identified Family Health Centers which depending on the Bornova Municipality. The research sample was determined by random assignment method. Data has been gathered by using defining features data form for mother, Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), Epworth Sleepiness Scale (ESS), Multidimensional Scale of Perceived Social Support (MSPSS) and Beck Depression Inventory (BDI). In the analyzing of the data, number-percentage distribution of data related to their defining features, numeric variance not incongruent with normal distribution has been evaluated with Shapiro Wilk test. Because it is not normally distributed with a non-parametric test was made. Mann Whitney U, Kruskal Wallis, Ki-Kare and Spearman Correlation test has been used. As a result of the research; it has been found that there is not a statistical difference between sleep quality and social support perceived by the mother at postpartum period although; mothers were found to be of poor quality of sleep in 83.6% (Global score $\geq$ 5). There is no statistically significant difference between mother total score of sleep quality index (PSQI) and delivery, postpartum interval and number of children living in mother ( $p>0.05$ ). There is no statistically significant difference between Sleep Quality Index (PSQI) total mean score and baby between the desired state of being, newborn feeding and taking support for the mother of the baby care and intended that the baby's condition ( $p>0.05$ ). Also, there is no significant relationship between Multidimensional Scale of Perceived Social Support and Sleep Quality Index (PSQI) ( $p>0.05$ ).

**Keywords:** Motherhood, Sleep, Sleep Quality, Postpartum Period, Pittsburgh Sleep Quality Index

 NOT NOTE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>.) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>).</li></ul>
--	--

## 1B3IJ

**Sibel İke**

**Rabia Etki Genç**

Ege University, İzmir-Turkey

sibel.icke@ege.edu.tr, rabia.genc@ege.edu.tr

### **REFLEKSOLOJİ'NİN İNFANTİL KOLİĞİN GİDERİLMESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

#### **ÖZ**


Koliği olan bebeklerin ayaklarındaki refleks noktalarına uygulanacak olan refleksoloji uygulamasının koliğin giderilmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla eğitsel müdahaleli deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma, 15.06.2013-30.10.2013 tarihleri arasında T.C. Sağlık Bakanlığı İzmir Kuzey Kamu Hastaneleri Birliği İzmir Buca Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi Çocuk Poliklinikleri ve Yenidoğan Polikliniği'nde uygulanmıştır. Araştırmanın yürütülebilmesi için Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan ve araştırmanın yürütüldüğü kurumdan yazılı izin alınmıştır. Araştırmanın evrenini T.C. Sağlık Bakanlığı İzmir Kuzey Hastaneleri Birliği İzmir Buca Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi Çocuk Poliklinikleri ve Yenidoğan Polikliniği'ne herhangi bir nedenle başvurup, infantil kolik tanısı konulan, araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan tüm bebekler oluşturmuştur. Araştırmaya dahil olma kriterlerini karşılayan ve araştırma ile ilgili bilgilendirmeden sonra ebeveynleri araştırmaya katılmayı kabul eden, 31çalışma grubu, 33 kontrol grubu bebekle çalışma tamamlanmıştır. Refleksoloji uygulamasının koliğin üzerine etkisinin kanıtlandığı bu araştırmada, uygulamanın bu alanda çalışan sağlık personellerine aktarılması ve kolikte bir tedavi yöntemi olarak uygulanması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** İnfant, İnfantil Kolik, Refleksoloji, Çocuk, Çocuk Polikliniği

#### **STUDY THE EFFECT OF REFLEXOLOGY ON THE REMOVAL OF INFANTILE COLIC ABSTRACT**

Educational intervention experimental design was used to determine the effects of reflexology application that will be applied to the reflex points in the feet of babies with colic. Research was carried out at T.C. Ministry of Health İzmir Northern Association of Public Hospitals İzmir Buca Maternity and Child Health Hospital Child and Newborn Polyclinics between the dates of 15 June 2013-31 October 2013. For the conduct of the study, written consent was taken from Ege University Faculty of Medicine Ethics Committee and the institution where the research has been carried out. The universe of study created all infants that applicant for any reason to T.C. Ministry of Health İzmir Northern Association of Public Hospitals İzmir Buca Maternity and Child Health Hospital Child and Newborn Polyclinics, diagnosed with infantile colic, meets the research inclusion criteria. The study has been completed with 31 study group, 33 infants in the control group that meets the criteria to be included in the study after the parents being informed about research and who agreed to participate in research. The effect of reflexology on colic as evidenced by this study, application be transmitted to health care workers in this field and suggested as a method of treatment in the implementation of colic.

**Keywords:** Infant, Infantile Colic, Reflexology, Child, Child Polyclinics

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>./) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>).</li></ul>
---	---

## 1B4IJ

Yeşim Yeşil  
Hafize Öztürk CAN

Ege University, İzmir-Turkey  
yeşim.yesil89@gmail.com; hafize.ozturk@ege.edu.tr

### **BİREYSEL VE GRUP EMZİRME EĞİTİMİNİN BABA ADAYLARINDA DOĞUM SONU DÖNEMDE EMZİRME TUTUMUNA ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışma ile bireysel ve grup emzirme eğitiminin baba adaylarında doğum sonu dönemde emzirme tutumuna etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın evrenini 01 Mart 2014-30 Eylül 2014 tarihleri arasında Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin Gebe Polikliniği'ne gelen anne ve baba adayları, örneklemini ise gebe polikliniğine başvuran ve araştırmaya dahil edilme kriterlerine uygun 90 baba adayı oluşturmuştur. Örneklem seçiminde randomizasyon uygulaması yapılmıştır. Veriler; baba adayları için tanıtıcı özellikler veri formu, Iowa bebek beslenme tutum ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizinde, tanıtıcı bilgilerine ilişkin verilerin sayı-yüzde dağılımları, normal dağılıma uymayan nümerik değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılıma uygun bulunmayanlarda non-parametrik test yapılmıştır. Mann Whitney U, Kruskall Wallis, K- related samples testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; baba adaylarına verilen bireysel emzirme eğitimi ve grup emzirme eğitimi arasında doğum sonu döneminde "Iowa Bebek Beslenme Tutum Ölçeği" puanını ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bireysel eğitim alan ve grup eğitimi alan gruplarda ilk izlem, doğum sonu birinci hafta ve altıncı haftada yapılan izlemlerde elde edilen IIFAS ölçek toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel farklılık saptanmıştır ( $p<0.05$ ). İlk izlemden bireysel eğitim grubunun ölçek puan ortalamaları yüksek iken, birinci hafta, altıncı haftada grup eğitiminin IIFAS ölçek puan ortalaması daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak; emzirme eğitimlerinin tutum geliştirmek için tek başına yeterli olmadığı annelerin doğum sonu hastanede sağlık çalışanları tarafından desteklenmelerinin de gerekli olduğu görülmüştür. Gebelik döneminde verilen emzirme eğitimlerine babalarında dâhil edilmeleri önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ebeveyn Eğitimi, Eğitim Modelleri, Emzirme, Tutum, Baba Adayı

### **THE EFFECT OF INDIVIDUAL AND GROUP BREAST FEEDING TRAINING OF FUTURE FATHER AT POSTPARTUM PERIOD ON BREAST FEEDING ATTITUDE**

#### **ABSTRACT**

With this research it has been aimed to evaluate the effect of individual and group breast feeding training of future father at postpartum period on breast-feeding attitude. The population of the research has consisted of future fathers having come to Pregnant Polyclinic of Tepecik Education and Research Hospital between the dates of 01 March 2014-30 September 2014 and the sample of research consisted of 90 future applied to pregnant polyclinic and suitable for the criterias of being included into the research. Randomization application was used in selecting of samples. Data has been gathered by using defining features data form for future fathers, Iowa infant feeding attitude scale. In the analyzing of the data, number-percentage distribution of data related to their defining features, numeric variance not incongruent with normal distribution has been evaluated with Shapiro Wilk test. In those not congruent with normal distribution non-parametric test has been made. Mann Whitney U, Kruskall Wallis, K- related samples test has been used. It has been determined that between the individual and group training given to future father at postpartum period "Iowa Infant Feeding Attitude Scale" core averages there is statistical difference ( $p<0.05$ ). Statistical difference between the first observation of those having individual and group training and IIFAS scale total score averages gained at the first week and sixth week of postpartum period has been found ( $p<0.05$ ). While the individual training group's scale score averages was high in the first observation at the first week and sixth week group training IIFAS scale score average found to be higher. As a result; it has been seen that breast feeding training is not alone enough to improve attitude, and maternal have to be supported by health staff at postpartum period in hospital. It is suggested to include also fathers to the breast feeding training provided at pregnancy period.

**Keywords:** Parents Training, Training Models, Breast Feeding, Attitude, Father Candidate



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>.) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 1B51J

**Hafize Öztürk Can**  
**Yeliz Çakır Koçak**  
**Yeşim Yeşil**  
**Zehra Baykal Akmeşe**

Ege University, İzmir-Turkey

hafize.oztyrk@ege.edu.tr; yeşim.yesil89@gmail.com; zehra.bayka@ege.edu.tr

### **ÜREME SAĞLIĞI EĞİTİMİNİN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN BİLGİ DÜZEYLERİNE ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Sağlık bölümlerinde okuyan öğrencilerin eğitim aşamasında cinsel sağlık üreme sağlığı dersleri görmeleri onları diğer bölümlerden bir basamak öne çıkarmaktadır. Buradan yola çıkarak, akran eğitimi yolu ile üniversite öğrencilerinin cinsel sağlık üreme sağlığı konusundaki bilgi düzeylerinin arttırılması amacı ile bu araştırma planlanmıştır. Ebelik ikinci sınıf öğrencilerinin yaş ortalamaları 20.83±1.16 (min:19, max:22)'dir. Ebelik öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası ön test son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0.05). RPD 2.sınıf öğrencilerinin yaş ortalaması 22.4 (min:21, max:24)'dür. PDR 2.sınıf öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası ön test son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0.05). RPD 1.sınıf öğrencilerinin yaş ortalaması 19.73 (min:18, max:23)'dür. RPD 1.sınıf öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası ön test son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0.05). Araştırma sonucunda akran eğitimi yolu ile farklı fakülte öğrencilerinde yapılan cinsel sağlık üreme eğitimi sonrasında öğrencilerin bilgi düzeylerinin arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın farklı gruplarda daha büyük örneklem üzerinde yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Cinsel Sağlık, Üreme Sağlığı, Akran Eğitimi, Üniversite Öğrencisi, Gençlik

### **REPRODUCTIVE HEALTH EFFECTS OF UNIVERSITY STUDENTS of KNOWLEDGE LEVEL OF EDUCATION**

#### **ABSTRACT**

Students studying in the health department, the training stage in making sexual and reproductive health care courses are a highlight them from other sections. Based on this, peer education path with the aim of increasing knowledge on sexual and reproductive health of university students in this research is planned. The average age of midwifery second grade students, 20.83±1.16 (min: 19, max: 22). Midwifery students of education before and after the significant difference that in intermediate pretest-posttest mean scores compared in the study (p <0.05). The average age of RPD second grade students, 22.4 (min: 21, max: 24). RPD is the second grade students of education before and after the significant difference that in intermediate pretest-posttest mean scores compared in the study (p <0.05). RPD average age of first-graders to 19.73 (min: 18, max: 23), respectively. RPD first grade students of education before and after the significant difference that in intermediate pretest-posttest mean scores compared in the study (p<0.05). Research results, peer sexual reproductive health education to students who performed in different faculties of education has determined the way By increasing the knowledge level of the students in the post. It is suggested that this study was done on larger samples in different groups.

**Keywords:** Sexual Health, Reproductive Health, Peer Education, University Students, Youth

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>./) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 1B7IJ

**Firdevs Gür  
Rabia Sohbet**

Gaziantep University, Gaziantep-Turkey  
firdevsgur@hotmail.com; rasohbet@yahoo.com

### **GAZİANTEP İLİNDE EL BECERİ KURSLARINA GELEN KADINLARIN AİLE PLANLAMASINA YÖNELİK, BİLGİ TUTUM VE DAVRANIŞLARI**

#### **ÖZ**

Ana çocuk sağlığı tüm Dünya'da ve Türkiye'de en önemli sağlık sorunlarından birisidir. Sağlıklı bireyler için aile planlaması şarttır. Tanımlayıcı çalışmada toplumun aile planlamasına ilişkin bilgi, tutum ve davranışları incelenmiştir. Araştırma örneklemini Kasım-Mart 2015'de Gaziantep'te el beceri kurslarına gelen 1250 kadın oluşturmuştur. Çalışmada AP tutum, Coopersmith benlik saygısı ölçeği ve kişisel bilgi formu, verilerin analizinde SPSS 22.0, sayı, yüzdelik, ortalama, standart sapma değerleri ve  $\chi^2$  testi kullanılmıştır. Kadınların yaş ortalaması 33.69±10,59 olup, %80.0'ı evli ve ilk evlilik yaşı ortalaması 16.46±7.73'dür. Kadınların %31.7'si ilkokul mezunu, %54.6'sı ev hanımıdır. Gebelik sayısı ortalaması 2.84±2.36'dır. Kadınların AP'ye ilişkin bilgi kaynağının %46.9'u ASM ve çalışanları olduğunu, %42.3'ü AP danışmanlığı aldığını, %61.9'u AP'yi "bakabileceği sayıda çocuk sahibi olma" olarak tanımlamaktadır. Kadınların %58.0'ı herhangi bir AP yöntemi kullandığını ve %65.2'si modern, %12.3'ü geleneksel yöntemleri kullandığını ifade etmiştir. Kadınların %65.5'i yüksek benlik saygısına, %51.0'ı yüksek tutuma sahiptir ve tutum ölçeği puan ortalaması 134.99±23.07'dir. AP hizmetleri toplumun ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde organize edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Aile Planlaması, Doğurganlık, Kadın, Aile Planlamasına İlişkin Tutum, Üreme Sağlığı

### **FROM COURSES FOR FAMILY PLANNING AMONG WOMEN IN THE PROVINCE OF GAZİANTEP, SKILL, KNOWLEDGE, ATTITUDES AND BEHAVIOR**

#### **ABSTRACT**

Mother and child health in is one of the most important health problem in all over the world and Turkey. Family Planning (FP) is essential for the growth of healthy individuals. In this thesis, community family planning knowledge, attitudes and behaviour regarding the purpose of the examination was conducted as an identifier. The sample of the study consisted of 1250 women who was participating hand-skills courses at Gaziantep Metropolitan Municipality between the dates from Kasım 2015 to Mart 2016. FP attitude scale, Coopersmith self-esteem and personal information form, the analysis of data obtained using SPSS 20.0 statistical analysis program and  $\chi^2$  test had used for number, percentage, mean, standard deviation in the study. Average age is 33.69±10.59. 31.7% of respondents are a graduate of the first school, 54.6% are housewife, %80.0 are married and average age of first marriage is 16,46±7.73. The average number of pregnancies are 2.84±2.36 and the mean number of live births are 1.87±2.00. 32.4% of respondents had never made a normal birth, 17.8% had stillbirth and %58.9 had an abortion. Where they received information of the participants are %46.9 percent of health centers and doctors. 42.3% of participants had FP Counseling, 54.8% of participants wanted to take FP Counseling, 61.9% are described the FP as had children enough they can growth. Participants 58.0% are didn't use any FP method. %65.2% modern, 12.3% of traditional FP methods had used. 65.5% of respondents are high self-esteem, 51.0% of respondents had high attitude and the attitude scale mean score was found as 134.99±23.07. FP services should be organized to respond to the needs of society.

**Keywords:** Attitudes Towards FP, Family Planning, Fertility, Women, Reproductive Health



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 1B8IJ

**Pelin Zıvdır**  
**Rabia Sohbət**

Gaziantep University, Gaziantep-Turkey  
pelinzvdr@hotmail.com; rasohbet@yahoo.com

### **MENOPOZDAKİ KADINLARIN SUÇLULUK VE UTANÇ DUYGULARININ YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Çalışma Eylül 2014-Ocak 2015’de Gaziantep Şehitkamil ilçesi Şirinevler mahallesinde yaşayan menopozdaki kadınların menopoza bakışı, yaşam değişimleri, bunun kadınlar üzerindeki suçluluk ve utanç yaratabilme etkisinin yaşam kalitesine etkisini belirlemek için tanımlayıcı olarak yapılmıştır. Mahalledeki 40 yaş üstü 800 kadından çalışmaya katılmayı kabul eden 500 kadın örnekleme oluşturdu. Veriler kişisel bilgi formu, Suçluluk-Utanç ve WHOQOL-BREF Yaşam Kalitesi ölçekleriyle toplanmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS18 programı kullanılmıştır. Menopozu kötü durum düşünme, hissedilen suçluluk duygusunu anlamlı derecede etkilemektedir ( $p<0,001$ ). Çalışmada kadınların suçluluk ve utanç düzeylerinin arttıkça yaşam kalitelerinin azaldığı, kadınların suçluluk-utanç ve yaşam kalite düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Menopoz, Suçluluk, Utanç, Yaşam Kalitesi, Kadın Sağlığı

### **EFFECT OF FEELINGS OF GUILT AND SHAME ON LIFE QUALITY OF WOMEN IN MENAPAUSE**

#### **ABSTRACT**

Current study was conducted between September 2014-January 2015 in Gaziantep proviency Şehitkamil town Şirinevler district. Purpose of the study is to measure changes experienced, point of view on menopause, and life style of women who are older than 40, living in said district, and within post-menopause and how these factors effected their feelings of guilt and shame. Out of universe consisting of 800 women, 500 participants have joined the study. Data collected by personal information form, Guilt-Shame Scales, WHOQOL-BREF Life Quality Scales. IBM SPSS18 was used to conduct statistical analysis. It was found that there is a significant correlation between the thought that menopause is not a bad thing and the perceived guilt ( $p<0,001$ ). Current study found that as perceived shame and guild increases, the life quality of the sample decreases and the average life quality of the sample is below average.

**Keywords:** Menopause, Guilt, Shame, Life Quality, Women’s Health

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>.) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 1B9IJ

**Fazile Nur Ekinçi Akdemir**

Ağrı İbrahim Çeçen University, fazilenur85@gmail.com, Ağrı-Turkey

**İlhami Gülçin**

Atatürk University, Erzurum-Turkey

**Cebrail Gürsul**

Erzincan University, Erzincan-Turkey

**Saleh H. Alwasel**

King Saud University, Riyadh\_Saudi Arabia

**Yasin Bayır**

Atatürk University, Erzurum-Turkey

### **BEYİN DOKUSU ÜZERİNDE SİSPLATİN TARAFINDAN İNGÜKLENEN OKSİDATİF HASARA KARŞI P-KUMARİK ASİT'İN ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Amaç: Bu çalışma kapsamında, ratlarda sisplatin tarafından indüklenen beyin dokusu hasarına karşı p-kumarik asit'in antioksidan etkisini değerlendirilmiştir. Materyal ve Yöntem: Bu deneysel çalışmada 24 Sprague-Dawley tip rat kullanıldı. Ratlar control, p-kumarik acid, sisplatin ve p-kumarik acid+sisplatin olmak üzere dört gruba ayrıldı. Sisplatin 10 mg kg-1 tek doz olacak şekilde intraperitoneal olarak verildi. p-Kumarik acid 100 mg kg-1 dozda i.p. yolla 3 gün boyunca uygulandı. Sisplatin grubundaki ratlar sisplatin uygulamasından 72 saat sonra anestezi altında servikal dislokasyon ile sakrifiye edildi ve beyin dokuları alındı. Tüm doku örneklerinde biyokimyasal ölçümler yapıldı. Bulgular: p-Kumarik asit tedavisi sisplatin grubu ile karşılaştırıldığında glutatyon düzeyini ve süperoksit dismutaz aktivitesini arttırdı. Malondialdehit düzeyi sisplatin grubu ile karşılaştırıldığında p-Kumarik asit grubunda azaldı. Sonuç: Bulgularımız p-Kumarik asit'in sisplatin ile indüklenen oksidatif hasara karşı beyin dokusunu koruyabileceğini göstermiştir.


**Anahtar Kelimeler:** p-Kumarik Asit, Sisplatin, Beyin, Antioksidan Enzimler, Oksidatif Stres

### **EFFECT OF P-COUMARIC ACID AGAINST OXIDATIVE STRESS INDUCED BY CISPLATIN ON BRAIN TISSUE**

#### **ABSTRACT**

In the scope of our study, we was evaluated the antioxidant effect of p-coumaric acid against brain damage by cisplatin-induced in rats. Material and Methods: In this experimental study twenty four Sprague-Dawley type rats were used. The rats were divided into four groups; control, p-coumaric acid, cisplatin, and p-coumaric acid+cisplatin. Cisplatin was administered intraperitoneally in a single dose of 10 mg kg-1. p-Coumaric acid was given in a doses of 100 mg kg-1 i.p. for three days. In cisplatin group, rats were sacrificed under anesthesia after for 72 hours administration of cisplatin and brain tissues removed. The biochemical measurements were performed in all samples. Results: Treatment with p-coumaric acid was improved the level of glutathione, and superoxide dismutase activities, compared to cisplatin group. Level of tissue MDA decreased in p-coumaric acid group, compared to cisplatin group. Conclusion: Our results were indicated that p-coumaric acid can prevent brain tissue against cisplatin-induced oxidative damage.

**Keywords:** p-Coumaric Acid, Cisplatin, Brain, Antioxidant Enzymes, Oxidative Stress

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Medical Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>.) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Engineering Sciences (ISSN 1308-7231; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>).</li></ul>
---	--



## 1C5IJ

Büşra Şen  
Şahide Özbey

Gazi University, Ankara-Turkey  
bbusrasen07@gmail.com; sahideozbey@gmail.com

### **OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ DUYGUSAL ZEKÂ DÜZEYLERİ İLE AKRAN İLİŞKİLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

#### **ÖZ**

Araştırma, okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 60-72 aylık çocukların duygusal zekâ düzeyleriyle akran ilişkileri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla planlanmıştır. Araştırma ilişkisel tarama modelindedir. Araştırmada, 'Genel Bilgi Formu'; 'Sullivan Çocuklar İçin Duygusal Zekâ Ölçeği', 'Ladd ve Profilet Çocuk Davranış Ölçeği' kullanılmıştır. Araştırmanın evrenini 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Zonguldak ili Ereğli ilçesindeki resmi ilköğretim okullarının anasınıflarına, bağımsız anaokullarına ve özel anaokullarına devam eden çocuklar oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini 298 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma sonucuna göre; Çocukların duygusal zekâ ölçeklerinden aldıkları puanlar arttıkça akranlarıyla olumlu ilişkileri artmaktadır. Çocukların cinsiyetine göre "Sullivan Çocuklar İçin Duygusal Zekâ Ölçeği" 'Hikâyeler' testinden aldıkları puanlar arasında kız çocuklarının lehine anlamlı farklılık bulunurken diğer alt boyutlarda cinsiyete göre anlamlı farklılık saptanmamıştır. "Sullivan Öğretmenler İçin Çocukların Duygusal Zekâsını Değerlendirme Ölçeği" ve "Sullivan Çocuklar İçin Kısa Empati Ölçeği" puanları arasında cinsiyete göre anlamlı farklılık bulunmamıştır. Çocukların yerleşim yerlerine göre Duygusal Zekâ Ölçekleri'nden aldıkları toplam puanlar arasında ilçede yaşayanların lehine anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,05).

**Anahtar Kelimeler:** Okul Öncesi Eğitim, Akran İlişkileri,  
Duygusal Zekâ, Empati, Akran İlişkisi

### **TO EXAMINE CONNECTION BETWEEN PEER RELATIONSHIP AND EMOTIONAL MIND LEVELS OF PRESCHOOL CHILDREN**

#### **ABSTRACT**

The research aims at examining the relationship between the emotional intelligence levels and peer relations of 60-to-72-month children attending at a pre-school educational institution. The research was conducted in the relational survey model. A 'General Information Form'; the 'Sullivan Emotional Intelligence Scale for Children', and the 'Ladd and Profilet Child Behavior' were used in the research. The population of the research was composed of the children attending at the kindergartens of state elementary schools, independent kindergartens and private kindergartens in Ereğli, Zonguldak in the academic year of 2015-2016. The sample comprised of 298 children. According to the research result, children's positive relations with their peers were enhanced as their scores of the emotional intelligence scale increased. Whereas a significant difference was found in terms of gender between children's scores in the "Stories" test of the "Sullivan Emotional Intelligence Scale for Children" in favor of the girls, no significant difference was found in other subdimensions in terms of gender. No significant difference was found in terms of gender between the scores of the "Sullivan Emotional Intelligence Assessment Scale for Children" and the "Sullivan Short Empathy Scale for Children." A significant difference was found in terms of children's place of residence in their total scores of "Emotional Intelligence Scales" in favor of those who live in the district (p<0.05).

**Keywords:** Pre-School Education, Peer Relations,  
Emotional Intelligence, Empathy



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Education Sciences (ISSN 1308-7274; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaedu/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Education Sciences (ISSN 1308-7274; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaedu/>).

## 2A9IJ

**Ceyhun Köse**

Gaziosmanpaşa University, ceyhunia@gmail.com, Tokat-Turkey

**Ramazan Kaçar**

Karabük University, rkacar@karabuk.edu.tr, Karabük-Turkey

### **LAZER KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLEN AISI 2205 DUBLEKS PASLANMAZ ÇELİĞİN MEKANİK VE MİKROYAPI ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada, AISI 2205 dubleks paslanmaz çelik levhalar CO<sub>2</sub> lazer ışını kaynak yöntemiyle %50 Ar + %50 He gaz korumalı ortamda, 4000W lazer gücüyle ve 90cm/dk kaynak hızıyla birleştirilmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin mekanik özelliklerini belirleyebilmek için çekme ve çentik darbe testleri uygulanmıştır. Kaynaklı bağlantının sertlik ölçümü kaynak yönüne dik kesitten gerçekleştirilmiştir. Mikroyapı karakteristikleri ise Optik mikroskop, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi (EDS) ve XRD vasıtasıyla incelenmiştir. Sonuç olarak, CO<sub>2</sub> lazer kaynak yöntemi ile birleştirilen dubleks paslanmaz çelik kaynak metali ve ısı tesiri altındaki bölgenin (ITAB) düşük ısı girdisine bağlı yüksek soğuma oranından etkilenerek final yapısının ferrit lehine değiştiği tespit edilmiştir. Kaynaklı birleştirmenin mekanik özellikleri kabul edilebilir değerlerde bulunmuştur.


**Anahtar Kelimeler:** Paslanmaz çelik, AISI 2205, CO<sub>2</sub> lazer kaynağı, Mekanik özellikler, Mikroyapı

### **INVESTIGATION OF THE MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF LASER BEAM WELDED AISI 2205 DUPLEX STAINLESS STEEL**

#### **ABSTRACT**

In this study, AISI 2205 duplex stainless steel plates were joined with CO<sub>2</sub> Laser Beam Welding (LBW) method. The welding process were carried out in 50% Ar+50% He shielding gas atmosphere by using 4000W laser power for 90 cm/min welding speed. In order to determine the mechanical properties of laser welded joints, the tensile and charpy impact tests were applied. The hardness of the welded sample was measured on the cross section. The microstructure characterization of welded sample was carried out using with optical microscope, scanning electron microscope (SEM), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) and XRD analysis. As a result of this study, the final microstructure of weld metal and heat affected zone (HAZ) were significantly affected on the favour of ferrite phase due to low heat input that caused high cooling rate in the solidification of CO<sub>2</sub> laser welded duplex stainless steel. The mechanical properties of welded sample were found acceptable.

**Keywords:** Stainless Steel, AISI 2205, CO<sub>2</sub> Laser Beam Welding, Mechanical Properties, Microstructure

 <b>NOT NOTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Technolojical Applied Sciences (ISSN 1308-7223; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/</a>) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Technolojical Applied Sciences (ISSN 1308-7223; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>).</li></ul>
--	---

## 2A12IJ

**Mehmet Akif Erden**  
**Erdem Özkurt**  
**Ahmet Nusrev Tanrıverdi**  
**Alperen Yılmaz**  
**Mustafa Türkmen**  
**Hasan Karabulut**

Karabük University, Karabük-Turkey  
makiferden@karabuk.edu.tr; mturkmen57@hotmail.com,  
hasankarabulut@karabuk.edu.tr

### **AlC İLAVE EDİLEN TOZ METAL ÇELİKLERDE KARBON ORANININ MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada, toz metalürjisi(TM)ile üretilen AlC ilave edilmiş çeliklerde karbon oranının mikroyapı mekanik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı karbon oranlarına sahip AlC ilave edilmiş TM çelik numuneler 750MPa presleme basıncında preslendikten sonra atmosfer kontrollü tüp fırında argon atmosferinde 1350°C sıcaklıkta 1 saat sinterlenerek üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen farklı karbon oranlarına sahip AlC ilave edilmiş TM çeliklerinin tane boyutu ve fazların dağılımı optik mikroskop ile belirlenirken, mekanik özellikler çekme testi uygulanarak belirlenmiştir. Sonuçlar %0,55 karbon ilave edilmiş mikroalaşım çeliğinin en yüksek akma ve çekme dayanımı gösterdiği gözlenmiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Toz Metalürjisi, Toz Metalürjisi Çelikleri, Alc, Mikroyapı, Mekanik Özellikler

### **INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CARBON CONTENT ON MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF AlC ADDED POWDER METALLURGY STEELS**

#### **ABSTRACT**

In this work, the effect of C content on the microstructures and tensile behaviors of AlC added microalloyed powder metallurgy (PM) steels were investigated. The samples pressed at 750 MPa and sintered at 1350°C temperature in the sintering argon atmosphere for 1 h were produced. AlC added PM microalloyed steels with different carbon ratio were analysed in terms of grain size microstructure and tensile test. Results indicated that 0.55 wt. % C added PM steel showed the highest values in yield strength (YS) and ultimate tensile strength (UTS).

**Keywords:** Powder Metallurgy, Powder Metallurgy Steels, AlC, Microstructure, Mechanical Properties

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Technolojical Applied Sciences (ISSN 1308-7223; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/</a>) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Technolojical Applied Sciences (ISSN 1308-7223; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/</a>).</li></ul>
---	---

### 3C1IJ

**Buse Işıkkhan  
Aykut Sığın**

Gazi University, Ankara-Turkey  
buseisikhan83@gmail.com; aykutsn@gmail.com

#### **THE CONSTRUCTION OF CONSUMER CULTURE THROUGH CAR COMMERCIALS**

##### **ABSTRACT**

The aim of this study is to analyze the impact of commercials over consumption behavior. For this purpose, the car commercials aired on various television channels were investigated. The reason why car commercials were chosen specially is that this sector, which is an indispensable part of technology, advances at a remarkably fast pace and shapes consumption behavior in different manners. In this context, a reading of the commercials in terms of their social manipulations was carried out. The analysis of the commercials was handled through the views of such social theoreticians as Baudrillard, Veblen, Simmel, Featherstone, Fustier and Dichter on consumption. The fact that the consumption factor is foregrounded and the real object of consumption, which in this case is cars, is pushed into the background and then presented to the consumer necessitated a sociological investigation of shopping behaviors. At the end of the study, an analysis of consumption behavior will have been carried out and the effect of mass communication tools, which are crucial elements in the production and distribution of popular culture, will have been evaluated through commercials.

**Keywords:** Consumption, The Consumer Culture Theory, The Media, Car Commercials, Hedonism, Hyperreality

#### **ARABA REKLAMLARI ÜZERİNDEN TÜKETİM KÜLTÜRÜNÜN İNŞASI**

##### **ÖZ**

Bu çalışmanın amacı reklamların tüketim olgusu üzerindeki kültürel ve ekonomik boyutlarının sosyolojik bir açıdan incelenmesidir. Bu amaçla, çeşitli televizyon kanallarında gösterilen otomobil reklamları örneği üzerinden hareket edilmiştir. İnceleme için özellikle otomobil reklamlarının seçilmesinin nedeni, teknolojinin vazgeçilmez bir parçası olan bu sektörün son derece hızlı bir şekilde değişim göstererek tüketim alışkanlıklarını farklı şekillerde biçimlendirmesidir. Bu bağlamda, söz konusu reklamların toplumsal manipülasyonları açısından bir reklam okuması yapılmıştır. Söz konusu reklamların analizi Baudrillard, Veblen, Simmel, Featherstone, Fustier, Dichter, gibi sosyal teorisyenlerin tüketime yönelik görüşleri bağlamında ele alınmıştır. Reklamdaki tüketim unsurunun güçlendirilip asıl tüketim nesnesi olan arabaların daha arka planda tüketiciye sunulması alışveriş davranışının sosyolojik bir boyutta incelenmesini de zorunlu kılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda özellikle popüler kültürün oluşmasında ve dağıtımında önemli bir faktör olan kitle iletişim araçlarının etkisine reklamlar üzerinden değinilerek tüketim davranışının analizi yapılmış olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tüketim, Tüketim Kültürü, Araba Reklamları, Hedonizm, Hipergerçeklik

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

### 3C4IJ

**Selma Atabey  
Arzu Gürdoğan  
İbrahim Yokaş**

Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla-Turkey  
s.atabey@mu.edu.tr, agurdogan@mu.edu.tr, iyokas@mu.edu.tr,

#### **ORGANİK TARIM TABANLI EKO-TURİZM UYGULAMALARININ ORGANİK ÜRETİCİLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ÇANDIR KÖYÜ ÖRNEĞİ**

##### **ÖZ**

Çevre sorunlarının sürekli artması ve tehdit edici boyutlara gelmesi, ekolojik sistem dengelerini korumaya yönelik sürdürülebilir bakış açıları geliştirilmesine yol açmıştır. Çandır'da organik tarım projesi kapsamında eko-turizm ile desteklenmesi planlanmıştır. Çandır, eko-turizm arzının temel parçalarını oluşturan zengin doğal yapısı, tarihi ve kültürel kaynakları nedeniyle örnek çalışma alanı olarak seçilmiştir. Araştırma, yerel halkın model eko-köy projesi çerçevesinde organik tarım, çevre ve eko-turizm konularında farkındalıklarının tespiti amacıyla yapılmıştır. Halk Çandır'ın zengin bir turizm potansiyeline sahip olduğunu fakat bu potansiyeli yeterince kullanamadığını düşünmektedir. Çandır halkı aynı zamanda turizmin gelişmesi için turizm yatırımlarının artması gerektiğini ve turizmin şehirde istihdam olanaklarını artıracaklarını düşünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çandır, Eko-Köy, Eko-Turizm,  
Organik Tarım, Çevre

#### **EVALUATION OF ORGANIC AGRICULTURE BASED ECO-TOURISM APPLICATIONS BY THE FARMERS OF ORGANIC AGRICULTURE: ÇANDIR VİLLAGE AS THE SAMPLE**

##### **ABSTRACT**

Environmental problems reach to the threatening dimensions. This has led to the development of sustainable perspectives to protect the ecological system balances. One of the core reasons is the intensive use of chemical inputs in agriculture in order to increase production dramatically. Organic farming is a form of agriculture in which chemical inputs are strictly excluded. Eco-villages are models of sustainable settlements in cultural, ecological and economic context. Çandır was preferred for the case study because of its rich natural, historical and cultural resources which were seen as main parts of eco-tourism supply. Residents' attitudes towards tourism development should be known and in the light of this information plans should be done. People of Çandır think that Çandır has a rich tourism potential but can't use this potential. In addition to this, people of Çandır think that Çandır has some infrastructure problems. Local people think that investment of tourism should be increased to improve tourism and tourism can raise the possibility of employment, also.

**Keywords:** Çandır, Eco-Village, Eco-Tourism,  
Organic Farming, Environment



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 3C5IJ

**Oğuz Emre Özkurt**

Yıldırım Beyazıt University, hersey.degisti@hotmail.com, Ankara-Turkey

### **TÜRKİYE-RUSYA İLİŞKİLERİNE KARŞILIKLI BAĞIMLILIK TEORİSİ ÜZERİNDEN BİR ANALİZ**

#### **ÖZ**

Türkiye-Rusya ilişkileri 500 yıllık bir tarihe dayanmaktadır. Her iki ülkede kendi bölgelerinin güçlü devletleri olarak bilinmektedirler. Soğuk Savaş döneminde Dünya siyasetinde Türkiye ve Rusya farklı bloklarda yer aldılar. Dolayısıyla bu dönemde iki ülke arasında işbirliğine dayalı ilişkiler gelişmedi. 90'lı yıllardan sonra ise durum tersine dönmeye başladı. 2000'li yıllar ise ciddi kazanımların elde edildiği yıllar oldu. Ancak Suriye krizinin başlaması ile birlikte iki ülke arasında siyasi olarak belirgin bir bakış ayrılığı yaşandı. Suriye krizi ilk başlarda iki ülke arasında bir gerginliğe neden olmadı. Rusya'nın Suriye'de doğrudan hava operasyonlarına başlaması ile birlikte ise durum farklı bir hal aldı. Netice itibariyle Rus uçağının Türkiye tarafından düşürülmesi ile birlikte iki ülke ilişkileri arasında yeni bir dönem başladı.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Rusya, Türkiye-Rusya ilişkileri, Soğuk Savaş, Suriye Krizi

#### **AN ANALYSIS OF THE TURKISH-RUSSIAN AFFAIRS OVER THE INTERDEPENDENCE THEOR**

#### **ABSTRACT**

Turkish-Russian relationships are dated back to 500 years. Both countries are considered as powerful state in its region. During the Cold War, Turkey and Russia have been in different block of the world policy. And in this period have not been enable to develop interactions between two states. After 90's years situation has reversed to opposite position. The 2000's are the years that obtain significant gain between two states. However, with the start of the Syrian crisis between two states as political have been viewed a clear separation. Early, Syria crisis did not result any conflict between two states. With the start of Russia's direct air operations in Syria situation get took a different turn. As a result, Russian plane have been downed by Turkey and between two states relationships have started a new period.

**Keywords:** Turkey, Russia, Turkish-Russian Relationships, The Cold War, Syrian Crisis



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

### 3C6IJ

**Emrah Hanifi Fırat**

Fırat University, emrahf23@gmail.com, Elazığ-Turkey

#### **İKTİSADI BÜYÜME KALİTESİNE FARKLI BİR BAKIŞ AÇISI: BİRİM KÖK ENDEKSİ**

##### **ÖZ**

Bu endekslendirme metodunda birim kök analizinden faydalanılarak milli gelirdeki süregelen artış veya azalışlarla ilgili trend kabuğunun ne kadar sert olup olmadığı tartışılacak, makro ekonomik politika karmasına veya müdahalelere ne ölçüde cevap verilip verilmediği de anlaşılacaktır. Çalışmada birim kök analizlerinden değişen varyans ve otokorelatif ilişkilerin varlığını dikkate alan Phillips-Perron (PP) birim kök testi seçilmiş ve karşılaştırmaya konu endekste bu teste ait bulgular kullanılmıştır. (sabit terimli ve trenli model kullanılmıştır.) Phillips-Perron (1988) modeli literatürdeki gibi ifade edildiğinde PP test istatistiği, oluşturulmuş endeksin teknik anlamda bel kemiğidir. Ülke kategorilerindeki grup üyesi her bir ülkeye PP testi uygulanmış, testten aldıkları sayısal değerler anlamlılık değerlerine göre ağırlıklandırılarak ağırlıklı ortalama değer elde edilmiştir. Aynı şekilde grup üyesi ülkelerden ilgili anlamlılık seviyesinde PP testinden geçemeyen ülkeler de tespit edildikten sonra ilgili kategorideki ülkelerin birim kök skorlarının standart sapması da endeks hesaplamasında kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İktisadi Büyüme, Phillips Perron Biri Kök Testi, Ülke Grupları, Reel Milli Gelir, Endekslendirme

#### **A DIFFERENT PERSPECTIVE ON THE QUALITY OF ECONOMIC GROWTH: UNIT ROOT INDEX**

##### **ABSTRACT**

In this indexing method, trend structure is analyzed in terms of its challenges by the ongoing increase or decrease in the national income and it may be clarified by giving the answer to the macroeconomic policies. Phillips-Perron (PP) unit root test that into account heteroscedasticity and autocorrelation have \*been selected and used findings of this study. (Model with constant term and trend was taken into consideration). PP test statistics is framework of created index technically. For every country that affiliate group, PP test has applied and the weighted average values have obtained according to significance values in the test results. In the same way, from countries that group member, after detecting countries that couldn't pass test in the related significance level, standard deviation of the unit root score for countries in group has been used to calculate index too.

**Keywords:** Economic Growth, Phillips Perron Unit Root Test, Country Groups, Real Gross Domestic Products, Indexing



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

### 3C10IJ

**Hülya Elmalı Gülbaş  
Serhan Karakaş**

Uşak University, Uşak-Turkey  
serhankaratas@hotmail.com; hulya.elmali@usak.edu.tr

#### **DERİ İMALATHANELERİNDE TABAKLAMA İŞLEMİ SIRASINDA KİMYASALLARIN DERİ YOLU İLE TEMASINDA KARŞILAŞILAN OLASI RİSKLERİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN BELİRLENMESİ: UŞAK İLİ DERİ (KARMA) ORGANİZE SANAYİDE BİR UYGULAMA**

##### **ÖZ**

Deri canlıları dış etmenlere karşı koruyan kompleks bir organik yapı olmanın dışında ticari olarak önemli bir malzemedir. Ham deri kireçleme, tabaklama, boyama, yağlama ve finisaj gibi karmaşık süreçlerden geçirilerek mamul deriye dönüştürülür. Ancak bu süreçlerde çalışanlar üzerinde mesleki maruziyet oluşturabilecek tehlikeli kimyasallar kullanılmaktadır. Bu çalışma Uşak Deri Karma Organize Sanayi bölgesindeki tabakhanelerde çalışanların kimyasal maddeye maruziyet durumlarının ölçülmesi amacıyla deri işleme yapan 10 işletme ve 235 çalışandan oluşan bir evrende gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örnekleme "olasılıklı örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme stratejisi" ile belirlenmiş, çalışma ziyaretlerinde 110 çalışanla yüz yüze anket yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda üretim süreçlerinde deri yoluyla en çok formik asit, sülfürik asit, kromik asit ve oksalik aside maruz kaldığı; maruziyet süresi açısından bu kimyasallara 15 dakikadan az maruz kaldığı belirlenmiştir. Yapılan bu saha çalışması sonucunda, deri işleme sürecinde kullanılan kimyasallar ile çalışanların maruziyet durumu belirlenmiş, çalışan ve işveren için iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Deri Tabaklama, Kimyasal Maruziyet, Deri Hastalıkları, İş Sağlığı ve Güvenliği, Uşak

#### **DETERMINATION OF THE RISKS AT CHEMICAL CONTACT THROUGH THE SKIN DURING THE TANNING PROCESS IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY INLEATHER FACTORIES: AN APPLICATION AT LEATHER (COMPOSITE) ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE IN UŞAK**

##### **ABSTRACT**

Leather is commercially important material apart from being a complex organic structure to protect livings against external factors. Crude leather is converted into endproduct leather through some complex processes such as liming, tanning, dyeing, oiling and finishing. However, in this process hazardous chemicals which may pose occupational exposure on workers, are used. This study was performed in a universe that consisted of 10 businesses and 235 employees making leather for the purpose of measuring chemical exposure while they are working in tanneries at leather composite organized industrial zone in Uşak. The sample was formed by using simple random sampling strategy within probabilistic sampling methods and 110 employees were interviewed face to face at study visits. The result of the analysis of the data shows that the workers are exposed to mostly formic acid, sulphuric acid, chromic acid and oxalic acid through the skin during production processes. In terms of the duration of exposure to these chemicals is defined 15 minutes. As the result of this field study, the exposure of the employees to the chemicals which are used in leather processing was determined and suggestions about occupational health and safety were offered for employees and employers.

**Keyword:** Leather Tannery, Chemical Exposure, Skin Diseases, Occupational Health and Safety, Uşak

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).



### 3C12IJ

**Ömer İskender Tuluk**  
**Deniz Bayrak**

Karadeniz Teknik University, Trabzon-Turkey  
otulup@hotmail.com; bayrakdeniz9@gmail.com

#### **ŞEHİR TARİHİ BAĞLAMINDA ÖNEMLİ BİR BELGE GRUBU: TRABZON BELEDİYESİ MECLİS ZABITNAMESLERİ (1931-1958)**

##### **ÖZ**

Son yıllarda gittikçe önem kazanan yerel tarih çalışmaları, özellikle de erken Cumhuriyet dönemi şehir tarihi araştırmaları için en önemli belge gruplarından birisini belediye meclis zabıtnameleri oluşturur. Ancak kurumsal arşiv kültürü olgunlaşmamış, yakın zamana kadar Osmanlı arşiv belgelerini hurda kâğıt olarak gören yakın dönem Türkiye şartlarında bu belge grubunun pek çok belediye arşivinin başköşesini işgal ettiğini ve araştırmacıların ilgisini beklediğini düşünmek hayal olur. Ne yazık ki birçok kurumla birlikte belediyeler de kısıtlı arşiv mekânlarını "gereksiz" işgal eden belgelerden kurtulmayı "temizlik" olarak görmüş, çoğu durumda değerli arşiv belgesi çöpe gitmekten kurtulamamıştır. Buna ilişkin belki de en çarpıcı örnek en eskisi 1926 yılına tarihlendirilen 81 parça Trabzon şehir haritasının 1980'li yıllarda kurtarılması olayıdır. Ancak neyse ki 1931 ile 1958 yılları arasını kapsayan 12 ciltlik Trabzon Belediyesi Meclis Zabıtnameleri arşivde kalmayı başarmıştır. İşte bu çalışmada, başta belediyecilik olmak üzere şehir tarihi bağlamında son derece önemli bilgiler içeren, dönemin zihin dünyasına paralel şehrin beledi hizmetlerine yönelik pek çok tartışmanın izlendiği bu belge grubunun şehir ve mimarlık tarihi potansiyeli ortaya konulmaya alışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Trabzon, Şehir Tarihi, Zabıtname, Arşiv, Belediyeçilik

#### **GROUP OF AN IMPORTANT DOCUMENT IN THE CONTEXT OF CITY HISTORY: COUNCIL MINUTES OF MUNICIPALITY OF TRABZON (1931-1958)**

##### **ABSTRACT**

Municipal council minutes constitute one of the most important document groups for local history studies, which have been gained importance in the recent years, and especially city history researches of early Republican period. However, it becomes an imagination to think that this document group occupies seat of honor of many municipality archives and it waits for interest of researchers under recent period Turkey conditions whose corporate archive culture has not been developed and that consider Ottoman archive documents as a scrap paper. Unfortunately, many institutions and municipalities considered disposal of documents occupying limited archive places "unnecessarily" as a "cleaning", and valuable archive document could not escape from going to waste in many cases. Maybe, the most impressive example regarding this is saving of city map of Trabzon of 81 pieces in 1980's, the oldest one was dated to 1926. However, fortunately Municipal Council Minutes of Trabzon of 12 volumes that includes between the years of 1931 and 1958 succeeded to be in the archive. In this study, it will be tried to reveal city and architecture history potential of this document group which includes considerably important information in terms of especially municipality and of city history and in which many discussions for municipal services of the city parallel to mind world of the period are followed.

**Keywords:** Trabzon, City History, Parliamentary Minutes, Archive, Municipal



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

## 3C13IJ

**Nimet Candaş Kahya**  
**Evşen Yetim**

Karadeniz Teknik University, nimet@ktü.edu.tr, Trabzon-Turkey

### **AHMET GÜNEŞTEKİN ÇALIŞMALARI: "KATMANLAR"**

#### **ÖZ**

Ahmet Güneştekin Garzan işçi kampında çok çocuklu bir ailede hayata başlamıştır. Dünyanın en önemli sanat merkezlerinde eserleri seyre sunulan sanatçının yaşam serüveni aşılması imkânsız gibi görünen pek çok zorluğun yetenek, inanç ve gayretle ortadan kalktığını göstermektedir. O da sınırlı imkânlarla başarıyı yakalayarak insanlık tarihine adı geçen diğer figürlerden biri olmuştur. Çalışmada, Güneştekin sanatının mimarlık ile ilişkisi irdelenerek; eserlerin oluşma sürecindeki özgün öğeler araştırılmıştır. Bu öğeler "katmanlar" olarak adlandırarak sınıflandırılmıştır. Mimar gözüyle Ahmet Güneştekin katmanları; *gizemli mit, geometri, zanaatkar teknik, ışık ve konstrüksiyon* olarak belirlenmiştir. Bu beş katman dışında yapıt bittikten sonra onu yeniden üretmeye devam eden 'seyirci' katmanı dikkatlere sunulmuştur. Güneştekin' in başlangıçtan günümüze kadar olan eserleri bu katmanlar yoluyla değerlendirilmiştir. Güneştekin sanatının geçmiş zamandan geleceğe olan yolculuğunda; kültürel, sosyal, sanatsal, zamansal, biçimsel değerlerin mimar gözüyle ortaya konulması hedeflenmiştir. Mimari, insanla anlam kazandığı gibi Güneştekin sanatı da seyirci ile yeniden tanımlanan bir entelasyondur. Her katman bu entelasyonun kimliğinin bir parçasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Katman, Zaman, Öz, Biçim, Ahmet Güneştekin

### **AHMET GUNESTEKIN WORKS "LAYERS"**

#### **ABSTRACT**

Ahmet Gunestekin is a son of a multi-child family lived in Garzan worker's camp. The artist's life adventure reveal to overcome the difficulties that are insuperable hardships with the capability, belief and effort, his works has been spectated to the most important art galleries of the world. He is one of the well-known figures in human history by reaching successful with limited opportunities. The study discusses relationship between Ahmet Gunestekin's art and architecture to bring out the unique items in his works while they are created. These items are named to be "layers" for classification. With an architectural perspective, Ahmet Gunestekin's layers are determined as *mysterious myths, geometry, craftsman technique, light and construction*. In addition to these five layers, spectator layer are noticed. This layer is produced by spectator after completion of the work. Gunestekin's works are evaluated by these layers. In the survey of Gunestekin's art from past to future, it is aimed to bring out cultural, social, artistic, temporal and formal values in view of architecture. As architecture has become meaningful with people, the art of Gunestekin is an installation which is characterized with spectator. Each layer is a part of this installation identity.

**Keywords:** Layer, Time, Essence, Form, Ahmet Güneştekin



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

### **3C14IJ**

**Aslıhan Öztürk  
Deniz Bayrak**

Karadeniz Teknik University, Trabzon-Turkey  
ozturkaslihan5@gmail.com; bayrakdeniz9@gmail.com

#### **ANAOKULLARINDAKİ DOĞAL MEKÂN VE MATERYALLERİNİN ÇOCUK GELİŞİMİNDEKİ YERİ**

##### **ÖZ**

Doğa, çocuğun fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarına cevap verebilecek birçok imkânı içinde barındırır. Çocukların sağlıklı gelişimleri için oyuna, hareket etmeye, bol oksijen almaya ihtiyaçları vardır. Kendi dışındaki canlı türlerini tanımak, onlarla etkileşim içinde olmak duyarlılığının ve farkındalığının artmasını sağlar. Çocuklar kendilerini ve çevrelerini anlamaya başladıkları dönemde anaokulu kavramıyla tanışırlar. Kurumsal eğitime ilk adımı attıkları bu yerlerde öğrenecekleri öğretiler yaşam biçimlerinin ve sosyal ilişkilerinin oluşmasında önemli bir paya sahiptir. Fiziksel, sosyal ve psikolojik gelişimlerini de bu mekânlarda sürdürdükleri için anasınıflarının çocuklara sağladığı mekânsal olanakların tatmin edici düzeyde olması gerekir. Bu araştırma, çocukların doğa ile ilişki kurabildiği anasınıflarının farklı ülkelere ait örnekler ile desteklenerek mekân kalitesi ve malzeme anlamında irdelenmesini konu almaktadır. Çocuk gelişiminde çocuk - doğa etkileşiminin öneminin savunulduğu bu çalışmada, çocukların günlerinin büyük bir çoğunluğunu geçirdikleri anaokullarının bu etkiye ve gelişime olan katkısı örnekler ile açıklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğa, Çocuk, Doğal Malzeme, Mekân, Anaokulu

#### **IMPORTANCE OF NATURAL SPACES AND MATERIALS IN KINDERGARDENS AND CHILD DEVELOPMENT**

##### **ABSTRACT**

Nature contains many opportunities that can meet physical and psychological needs of the child within it. Children need to play, move and receive plenty of oxygen for their healthy development. This provides increase of sensibility and awareness of recognizing species other than him/herself and of interacting with them. Children meet concept of kindergarten within period when they start to recognize themselves and their environment. Disciplines that they will learn in these places where they take the first step for corporate training have an important place in formation of their life styles and social relations. Since they maintain their physical, social and psychological developments in these places, spatial opportunities provided by the kindergartens for children should be satisfactory. This research is about examination of the kindergartens, where children establish relation with the nature, in terms of place quality and material by being supported with examples belonging to different countries. In this research in which importance of child - nature interaction in child development is defended, contribution of the kindergartens where children spend majority of their days to this effect and development is explained with examples.

**Keywords:** Nature, Child, Natural Materials, Place, Kindergarten

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

**3C15IJ**

**Sinem Güler Kangallı Uyar  
Nihal yayla**

Pamukkale University, Denizli-Turkey  
skangalli@pau.edu.tr; nyayla@pau.edu.tr

**HEDONİK KONUT FİYATLARININ TAHMİNİNDE MEKÂNSAL EKONOMETRİK MODELLER:  
İSTANBUL KONUT PİYASASI**

**ÖZ**

Çalışmanın amacı, mekânsal bağımlılığı dikkate alan Hedonik Konut Fiyatlandırma Modeli ile İstanbul Konut Piyasası'nın talep yönü hakkında daha fazla bilgi edinmektir. Diğer yandan, Ekim-Aralık 2013 döneminde İstanbul Konut Piyasası'nı temsilen 2797 apartman dairesi türündeki konutun özelliklerini inceleyerek bu konut özelliklerinin örtülü fiyatlarını ortaya koymaktır. Bu amaçla, konut fiyatları ve konutların özellikleri arasındaki ilişkiler karşılaştırma amacıyla öncelikle mekân etkisini hiçbir şekilde dikkate almayan EKK Modeli ve mekânsal bağımlılığı dikkate alan mekânsal modeller ile incelenmiştir. Çalışmanın bulguları, Mekânsal Durbin Modeli'nin konut fiyatları ve özellikleri arasındaki ilişkiyi daha iyi açıkladığını ve EKK modeline göre katsayı tahminlerinin güvenilirliği açısından daha etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir. Mekânsal Durbin modeline göre, İstanbul'da apartman dairesi türündeki konutların fiyatlarını en fazla arttıran konut özellikleri sırasıyla boğaz manzarası ve yaşam kalitesi olarak belirlenirken, fiyatı en fazla düşüren özelliğin konutun bodrum katta olması olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hedonik Konut Fiyatlandırma Yaklaşımı, Mekânsal Bağımlılık, İstanbul Konut Piyasası, Mekânsal Modeller, Komşuluk Etkisi

**SPATIAL ECONOMETRIC MODELS IN ESTIMATE OF HEDONIC HOUSE PRICES:  
ISTANBUL HOUSING MARKET**

**ABSTRACT**

The aim of the study is to inquire about the demand side of Istanbul Housing Market by Hedonic House Pricing Model considering spatial dependence. The other aim is to reveal the implicit prices of the housing attributes by examining the attributes of 2797 apartment flats representing Istanbul Housing Market for October-December 2013 period. For this aim, the relationships between housing prices and attributes were examined to make comparison firstly by OLS Model and then spatial models taking account spatial dependence. The findings indicate that Spatial Durbin Model explains the relationship better and gives more efficient results in terms of the reliability of estimated coefficients. According to Spatial Durbin Model, the housing attributes most increasing prices in İstanbul are Bosphorus view and life quality, respectively while the most decreasing is being located on ground floor.

**Keywords:** Hedonic House Pricing Approach, Spatial Dependency, Istanbul Housing Market, Spatial Models, Adjacency Effect



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

### 3C19IJ

**Asiye Ata  
Abdulkadir Atik**

Atatürk University, Erzurum-Turkey  
asiye.ata@atauni.edu.tr; kadiratik@atauni.edu.tr

#### **ALTERNATİF BİR EĞİTİM-ÖĞRETİM ORTAMI OLARAK VİDEO PAYLAŞIM SİTELERİ: DÜNYANIN EN İYİ BEŞ ÜNİVERSİTESİNDEKİ ÖRNEK VE UYGULAMALAR**

##### **ÖZ**

Günümüzün en güçlü yönelimlerinden biri olan yeni medya, geleneksel yaşamın her alanını formatlayıp kendine uyarlayarak gelişimini sürdürmektedir. Yeni medyanın çekim alanına en fazla giren kurumsal yapılardan biri de kaçınılmaz olarak eğitimidir. Yeni medya, özellikle popüler video uygulamalarıyla kurumsal eğitimin temel ilke ve kalıplarını zorlamakta ve kendiliğinden alternatif bir eğitim alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Erişim alanı, ekonomik yapısı, sağladığı kolaylıklar ve eğitsel açıdan son derece farklı uygulamalara olanak tanıyan çok katmanlı özellikleri bu alanı cazip bir eğitsel ortama dönüştürebilmektedir. Bu çalışmanın amacı video paylaşım siteleri üzerinden eğitimin nasıl organize edildiği ve e-öğrenmede kullanılan video derslerin dünyanın önde gelen üniversitelerinde nasıl bir işleve sahip olduğunun analiz edilmesidir. Çalışmada "Academic Ranking of World Universities" (ARWU)'a göre belirlenen dünyanın en iyi 500 üniversitesi arasında ilk beşte yer alan üniversitelerin resmi video paylaşım siteleri incelenerek, kurumsal eğitimin yanı sıra nasıl bir alternatif eğitim ortamı oluşturduğu değerlendirilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Eğitsel Video, Video paylaşım Sitesi, YouTube, Eğitim Teknolojisi, E-Öğrenme

#### **VIDEO-SHARING WEBSITES AS AN ALTERNATIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT: EXAMPLES AND PRACTICES FROM THE WORLD'S TOP FIVE UNIVERSITIES**

##### **ABSTRACT**

New media, which is one of today's strongest trends, continues its development by reformatting and adapting each area of traditional life to itself. Surely, education is one of the institutional structures entering the sphere of influence of new media most. Especially with popular video applications, new media challenges the basic principles and patterns of institutional education and stands as an alternative educational environment. Its easy-to-access nature, economical quality, and multi-layered features allowing a great variety of educational practices as well as the conveniences it offers make it attractive. The purpose of this study is to analyze how education is organized over video-sharing websites and what kind of a function video lessons used in e-learning have in the leading universities of the world. To this end, the official video-sharing websites of the top five universities among the top 500 universities declared by "Academic Ranking of World Universities" (ARWU) are examined to evaluate how an alternative educational environment is created by these institutions, which also continue to offer institutional education.

**Keywords:** Educational Video, Video-Sharing Website, YouTube, Educational Technology, E-Learning

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsatecapsci/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Social Sciences (ISSN 1308-7444; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsamed/>).

#### 4B1IJ

**Nazan Tuna Oran  
Hatice Toz  
Tuğba Küçük  
Vahide Uçar**

Ege University, nazanoran@gmail.com, haticetoz37@gmail.com,  
tuugba.91@hotmail.com, vahide\_ucar92@hotmail.com, İzmir-Turkey

#### **MEDYANIN KADINLARIN BESLENME ALIŞKANLIKLARI, BESİN SEÇİMİ VE TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

##### **ÖZ**

Araştırmada, medyanın kadınların beslenme alışkanlıkları, besin seçimi ve tüketimi üzerindeki etkilerini, özellikle çocuk sahibi olan ve olmayan kadınların bunlardan etkilenme düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kesitsel tipte tanımlayıcı olarak planlanan araştırma, İzmir Halk Sağlığı Kurumu'na bağlı üç Toplum Sağlığı Merkezi'ne başvuran 18-65 yaş arası 246 kadın üzerinde yürütülmüştür. Veri toplama formu, sosyodemografik özellikler, besin satın alma davranışları, medya takibi ile bilgiler, beslenme bilgisi ve medya etkisi ile davranış değişikliği bilgileri olarak 5 bölüm ve 29 soruyu içermektedir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde ki-kare testi kullanılmıştır. Çalışmaya katılan kadınların %44.3'ünün üniversite mezunudur. Katılımcıların %96.3'ü son kullanma tarihine, %95.9'u besleyici özelliğine, %94.7'si sağlığa uygunluğuna, %94.3'ü fiyat ve bütçeye uygunluğuna bakmaktadır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre kadınlar medyada yer alan beslenme ile ilgili haber, yazı ve reklamlardan etkilenmektedir ( $p<0.005$ ). Sonuç olarak kadınlar; çocuk sahibi olsun veya olmasın medyadaki besleme ile ilgili haber, yazı ve reklamlardan etkilenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Beslenme Alışkanlığı, Besin Seçimi,  
Besin Tüketimi, Kadın, Medya

#### **THE IMPACT OF MEDIA ON THE EATING HABIT, FOOD SELECTION, AND CONSUMPTION OF WOMEN**

##### **ABSTRACT**

The aim of study is to evaluated impact of media on eating habit, food selection and consumption of women with or without child. This descriptive type of research has been carried out with 246 women (ranging 18-65 years of age) who referred to three Community Health Centers affiliated with Izmir Community Health Organization. The data collection comprised of 5 sections and 29 questions related to sociodemographic characteristics, food purchasing behaviors, following media, nourishment, influence of media and behavioral change. Chi-Square Test was used. Of the women participated in study, 44.3% were university graduates 96.3% of the participants look at its expiration date, 95.9% its nutrient features, 94.7% its appropriateness to health and 94.3% its price and appropriateness to budget. According to the statistical evaluation made, women are influenced by nourishment-related news, articles and advertisements taking place in media ( $p<0.005$ ). Consequently, all women, whether they have children or not, are influenced by nourishment-related news, articles and advertisements taking place in media.

**Keywords:** Nourishment Habit, Choice of Food,  
Food Consumption, Woman, Media



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>).

## 4B2IJ

**Hafize Öztürk Can, Fatma Doğan, Kevser Çakın**  
Ege University, hafize.ozturk@ege.edu.tr, İzmir-Turkey

### **MENSTURASYON SIKLUS ÖZELLİKLERİNİN UYKU KALİTESİNE ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Bu araştırma, kız öğrencilerinin menstural siklus özelliklerinin uyku kalitesi üzerinde etkili olup olmadığını incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın evrenini sağlık Yüksekokuluna kayıtlı öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem seçilmeyip ulaşılabilen ve araştırmaya katılmayı kabul eden 560 öğrenci oluşturmuştur. Sosyo-demografik ve menstural siklus özelliklerini belirlemek üzere form hazırlanmıştır. Ayrıca, son bir aylık bir zaman dilimindeki uyku kalitesi konusunda bilgi sağlayan Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi kullanılmıştır. Tanıtıcı verilerin sayı, yüzde dağılımı ve ortalamaları alınmıştır. Ayrıca, korelasyon ve t testi ile analizleri yapılmıştır. Öğrencilerin %78.4'unun mensturasyonlarının düzenli olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin toplam PUKİ puan ortalaması  $6.2 \pm 3.0$  ve %69,6'sının uyku kalitesinin kötü olduğu saptanmıştır. Menstural siklus düzeni ile PUKİ arasında anlamlı bir ilişki bulunmuşken; kanama süresi ve mensturasyon fazları arasında ise anlamlı ilişki bulunmamıştır. Katılımcıların uyku kalitesinin kötü olduğu ve menstural siklus özelliklerinin uyku kalitesini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi, Uyku, Uyku Kalitesi, Mensturasyon, Menstural Siklus

### **EFFECT OF MENSTRUAL CYCLE'S CHARACTERISTIC ON SLEEP QUALITY**

#### **ABSTRACT**

Research has been held in order to analyze whether menstrual cycle characteristics of female students is influential on sleep quality. Students of School of Health composes the population of the research. 560 students that agree with participating into the research have composed it. A form prepared to determine the sociodemographic and for menstrual cycle characteristics of students. Moreover Pittsburgh Sleep Quality Index providing knowledge about intensity of sleep in the last month period. The number, percentage distribution and average of descriptive data associated with the students has been taken. It has been analyzed with correlation and t test. It has been designated that 78.4% of them have regular menstruation. The total PSQ Is core average of the students is  $6.2 \pm 3.0$  and the fact that sleep quality of 69.6% of them is poor has been determined. While it has been found out that there is a positive relationship between the menstruation incidence of the participants and PSQI, and during menstruation and PSQI score, there hasn't been found a significant relationship bleeding period and phases of menstruations. It has been determined that sleep quality of the participants is poor and menstrual cycle aspects of them effect sleep quality in a negative way.

**Keywords:** Pittsburgh Sleep Quality Index, Sleep, Sleep Quality, Menstruation, Menstural Siklus



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>).

#### 4B3IJ

**Yeliz Çakır Koçak, Aytül Hadımlı, Hafize Öztürk Can**  
Ege University, yeliz.cakir@ege.edu.tr, aytul.pelik@ege.edu.tr,  
hafize.ozturk@ege.edu.tr, İzmir-Turkey

**Burcu Kırımlı**

Özel Ege Şehir Hastanesi, krml\_brcu@hotmail.com, İzmir-Turkey

**Burçak Taş, Gülcan Pursuk**

tasburcak@gmail.com, gulcann\_glc@hotmail.com

#### **BİR EBELİK ARŞIVI: GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE EBELİK KONGRELERİ, SEMPOZYUMLARI VE GÜNLERİNİN İNCELENMESİ**

##### **ÖZ**

Araştırma ile geçmişten günümüze ebelik ile ilgili kongre, sempozyum ve ebelik günlerini de kapsayan bilimsel basılı materyaller değerlendirilmiştir. Araştırma, retrospektif tanımlayıcıdır. Doküman inceleme yöntemi kullanılan çalışmanın evrenini ebelik ile ilgili gerçekleştirilen ve toplamda 23 tane olan kongre, sempozyum ve ebelik günü oluşturmuştur. Veri toplama sürecinde bilimsel toplantılar saptanmış, daha sonra tüm bu bilimsel faaliyetlere ait basılı ve CD formundaki materyallere ulaşılmıştır. Tüm dokümanlar araştırmacılar tarafından anket formu ile değerlendirilmiş, sonra bilimsel toplantı programları ile bildirilerin içerik analizi yapılmıştır. Veri çözümlemesinde SPSS 15 programı kullanılmıştır. Araştırmada 1882 bildiri incelenmiştir. Bildirilerden 576'sının (%30.6) sözel, 1.306'sının (%69.4) poster bildiri olduğu saptanmıştır. Ebelik mesleğinde son yıllarda bilimsel toplantıların, bildirilerin ve toplantılara katılımın önemli oranda arttığı saptanmıştır. Bu çalışmanın diğer tüm meslek gruplarına örnek oluşturması ve her mesleğin (özellikle meslek örgütü tarafından) 'Meslek Kütüphanesi' kurularak ülke genelinde yapılan bilimsel toplantılara ait arşiv oluşturması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ebe, Bilimsel Toplantı, Arşiv, Meslek Tarihi, Kongre-Sempozyum

#### **A MIDWIFERY ARCHIVE: REVIEWS OF MIDWIFERY CONGRESSES, SYMPOSIUMS AND DAYS FROM PAST TO PRESENT**

##### **ABSTRACT**

In this research, printed scientific materials, which also include documents from midwifery congresses, symposiums and days from past to present, were evaluated. This study is both retrospective and descriptive. The research on which the document review process was applied was formed from totally 23 congresses, symposiums and midwifery days that are carried out about midwifery. In the data gathering process, scientific meetings are determined and then pressed materials and CDs about these scientific activities were collected. All of these documents were evaluated by researchers with questionnaire forms, after that content analysis of the reports were done with scientific meetings. SPSS 15 software is used to analyse data. In the study, 1882 reports were analysed. 576 (30.6%) of these reports were found to be oral presentations, 1306 (69.4%) of that were determined to be poster presentations. It is observed that participating in scientific meetings and proceedings about midwifery increased considerably in recent years in this job. This study should set an example to all other professions and occupations and also it is recommended to every job (especially to professional organizations) to establish "Occupation and Profession Library" and create archives of scientific meetings.

**Keywords:** Midwives, Scientific Meetings, Archives, Professional History, Convention-Symposium

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>).



#### **4B4IJ**

**Songül Aktaş**

Karadeniz Technical University, songulbora@mynet.com, Trabzon-Turkey

**Türkan Pasinlioğlu**

Atatürk University, tpasin@atauni.edu.tr, Erzurum-Turkey

**Kıymet Yeşilçiçek Çalık**

Karadeniz Technical Uni., omrumyesilcicek@hotmail.com, Trabzon-Turkey

### **THE EFFECT OF EMPATHY TRAINING GIVEN TO MIDWIVES ON MOTHERS' BIRTH PERCEPTIONS AND THEIR SATISFACTION WITH MIDWIVES**

#### **ABSTRACT**

The purpose of this study is to investigate the effect of empathy training given to midwives on mothers' birth perception and their satisfaction with midwives. The type of the study is experimental. The population was composed of mothers who gave vaginal delivery and the sample was composed of 222 mothers determined with power analysis. The mothers giving birth with the help of midwives were included. A-32- hour empathy training with didactic lectures, creative drama and psychodrama techniques was given to midwives as an intervention in the study. The data was collected in three phases: the mothers giving birth before midwives' empathy training (BMET), right after midwives' empathy training (RAMET) and 8 weeks later after midwives' empathy training (8WLAMET) with a questionnaire and were analyzed with percentage, Chi-square and variance analysis tests. In this study, The mother's satisfaction with midwives was 36.5% in BMET, 81.1% in RAMET and 75.7% in 8WLAMET ( $p < 0.05$ ). The key mother's satisfaction statements with midwives were as follows: "smiling-compassionate", "understanding", "reassuring", "encouraging and motivating". The mother's dissatisfaction statements with midwives were as follows: "poorly attentive, effective listeners and informative", "judgmental and embarrassing", "fierce facial expressions". The intergroup statistical comparison showed that the expressions showing mother's dissatisfaction was found higher in those who gave birth before midwives' empathy training. The mothers' perception that labor was "easy" were 8.1% in BMET, 21.6% in RAMET and 8WLAMET ( $p < 0.05$ ). These findings demonstrated that empathy training given to midwives had a positive effect on mothers' birth perceptions and their satisfaction with midwife.

**Keywords:** Empathy Training, Labor Perception, Mother's Satisfaction, Midwives, Vaginal Delivery

### **EBELERE VERİLEN EMPATİ EĞİTİMİNİN ANNELERİN DOĞUM ALGILARI VE EBE MEMNUNİYETİ ÜZERİNE ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Bu araştırmanın amacı, ebelere verilen empati eğitiminin; annelerin doğum algıları ve ebe memnuniyeti üzerine etkisini incelemektir. Çalışma, deneysel özelliktedir. Araştırmanın örneklemini; vajinal doğum yapan, güç analizine göre belirlenen 222 anne oluşturmaktadır. Ebeler yardımıyla doğuran alan anneler, çalışma kapsamına alınmıştır. Çalışmada, girişim olarak ebelere 32 saatlik didaktik anlatım, yaratıcı drama ve psikodrama teknikleri ile empati eğitimi verilmiştir. Veriler, ebelerin empati eğitim öncesi (EEEÖDA), eğitimden hemen (EEESDA) ve 8 hafta sonrası doğuran anneler (EEE8HSDA) olmak üzere üç aşamada soru formuyla toplanmış; yüzdeler, Ki-Kare ve Varayans analizi testleriyle değerlendirilmiştir. Çalışmada, annelerin ebeden memnuniyet duyma oranları EEEÖDA'de %36.5, EEESDA'de %81.1, EEE8HSDA'de %75.7'tir ( $p < 0.05$ ). Annelerin ebelerden başlıca memnuniyet ifadeleri şöyledir: "güleryüzlü, sevecen", "anlayışlı", "güven verici", "cesaretlendirici, motive edici"dir. Annelerin ebelerden memnuniyetsiz kalma ifadelerinin başlıcaları ise şunlardır: "yeterince ilgili, açıklayıcı ve dinleyici olmama"; "yargılayıcı, mahcup edici olma" "yüz ifadelerinin sert oluşu"dur. Gruplarası istatistiksel değerlendirmede; ebelerin empati eğitimi öncesi doğuranlarda, eğitimden hemen ve 8 hafta sonrası doğuranlara göre "ebelerden memnuniyetsiz ifadeler" daha yüksek oranda bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Annelerin doğumu "kolay" algılama oranları; EEEÖDA'lerde %8.1, EEESDA ve EEE8HSDA'de %21.6'dır ( $p < 0.05$ ). Çalışmanın bu bulguları, ebelere verilen empati eğitiminin; annelerin doğum algıları ve ebe memnuniyeti üzerine pozitif etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Empati Eğitimi, Doğum Algısı, Anne Memnuniyeti, Ebeler, Vajinal Doğum



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/>).

## 4B7IJ

Songül Aktaş  
Mehmet A. Osmanağaoğlu

Karadeniz Teknik University, Trabzon-Turkey  
songulbora@mynet.com; drmaosmanaga@gmail.com

### **İNTRAPARTUM ELEKTRONİK FETAL MONİTORİSAZYON UYGULAMASI VE BU UYGULAMADA SAĞLIK PROFESYONELLERİNİN SORUMLULUKLARI**

#### **ÖZ**

Elektronik Fetal Monitorisasyon (EFM); elektronik yoldan myometrium kasılmaları ile fetus kalp hızının senkron olarak yazdırılmasıdır. İntrapartum EFM; fetusun iyilik halinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan obstetrik uygulamalardan biridir. Bu derlemenin amacı, doğumda yaygın uygulanan EFM'nin; çeşitleri ve uygulanma sıklığı, 4 temel örüntüsü, FKH traseleri için üç kategorili sınıflama sistemi ve bu sisteme göre fetusun izlemi hakkında bilgi vermek ve EFM uygulamalarında sağlık profesyonellerinin (ebe, doğum hekimi gibi) temel sorumluluklarını ortaya koymaktır. Veriler; ULAKBİM, Cochrane Library, Pubmed ve Google Scholar gibi çevrimiçi veri tabanlarından ve kitaplardan elde edilmiştir. EFM ile; fetusta olası bir hipoksi durumu erkenden belirlenip, gerekli bakım ve tedavi hizmetleri yapılarak neonatal sekellerin ve ölümlerin önlenmesi amaçlanmaktadır. EFM'nin sağlıklı fetusları belirlemede pozitif tahmini değeri çok yüksek iken; asfiktik fetusları belirlemede ise bu değer yüksek değildir. İntrapartum EFM'nin etkinliği; trasede FKH'nın tüm örüntüleriyle (basal hız, akselerasyon, deselerasyon ve variabilite) birlikte iyi yorumlanmasına ve bu yorum paralelinde standarize edilmiş kategorik protokollerle fetusun izlenmesine bağlıdır. Sağlık profesyonellerinin; EFM'nin uygulanması, yorumlanması ve izlenmesinde önemli sorumlulukları vardır.


**Anahtar Kelimeler:** İntrapartum, Fetal Kalp Hızı, Elektronik Fetal Monitorisasyon, Üç Kategorili Sınıflama, Sağlık Profesyonelleri

### **APPLICATION OF INTRAPARTUM ELECTRONIC FETAL MONITORING AND RESPONSIBILITIES OF HEALTHCARE PROFESSIONALS IN THIS APPLICATION**

#### **ABSTRACT**

Electronic Fetal Monitoring (EFM) is electronically printing heart rate of fetal (FHR) synchronously with myometrium contractions. Intrapartum EFM is one of the most commonly used obstetrical practices used in the evaluation of fetal well-being. The purpose of this review is to provide information about the types and application frequency of EFM which is widely applied in the labor, its four basic patterns, three-category classification system for FKH tracings, the monitoring of the fetus according to this system and to reveal the basic responsibilities of health care professionals (such as midwife, obstetricians) in EFM applications. Data were collected from online data bases such as ULAKBİM Cochrane Library, PubMed, Google Scholar and books. With EFM, it is aimed to identify a possible fetal hypoxia condition early and to prevent neonatal sequelae and death by performing necessary care and treatment services. While EFM's positive predictive value in determining healthy fetuses is very high, this value is not high in determining asphyxiated fetuses. The effectiveness of intrapartum EFM depends on a good interpretation of FKH in tracing with all its patterns (basal speed, acceleration, deceleration and variability) and monitoring the fetus with standardized categorical protocols in parallel with this interpretation. Healthcare professionals's have important responsibilities on application, interpretation and monitoring of EFM.

**Keywords:** Intrapartum, Fetal Heart Rate, Electronic Fetal Monitoring, Three-Category Classification, Healthcare Professionals

<b>NOT</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/</a>) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Life Sciences (ISSN 1308-7347; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsals/</a>).</li></ul>
<b>NOTE</b>	
	

#### 4C2IJ

**Hafize Öztürk Can**  
**Eda Şeyda Aksel**

Ege University, İzmir-Turkey  
hafize.ozturk@ege.edu.tr; seyda.aksel@edu.tr

#### **EBEVEYN KABULÜ İLE EBEVEYN UYGULAMALARI İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

##### **ÖZ**

Araştırmanın amacı; Ebeveyn kabul/red özellikleri ile ebeveyn uygulamaları ilişkisinin incelenmesidir. Analitik bir araştırma olup, evreni ilköğretim çağına çocuğu olan ebeveynlerden oluşmaktadır. Basit rastgele yöntemle seçilen 173 ebeveyn örnekleme oluşturmuştur. Araştırmada, katılımcıların sosyo-demografik özellikleri belirlemek için form kullanılmıştır. Ayrıca, Ebeveyn Kabul/Red/Kontrol Ölçeği; Ebeveynlerin çocuğu kabullenme ve reddetme davranışlarına ait algılarını ölçmek üzere geliştirilmiştir. Ana Babalık uygulamaları Ölçeği ile de İlköğretim çağındaki çocuğuna yönelik olumlu ve olumsuz davranışlarını değerlendirmektedir. Analiz: Veriler, SPSS 16.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin sayı ve yüzde dağılımları ve ortalama değerleri alınmıştır. Araştırmada korelasyon analizi, regresyon ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Bulgular: Anne Babalık Uygulamaları Değerlendirme Ölçeği puan ortalaması 37.60±5.87'dir. Ebeveyn Kabul/Red/Kontrol Ölçeği puan ortalaması 85.26±15.84'dir. Anne Babalık Uygulamaları Değerlendirme Ölçeği Puanı ile Ebeveyn Kabul/Red Ölçeği arasında ilişki negatif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır. Sonuç: Araştırma sonucuna göre anne babalık uygulamaları ebeveyn kabul/red durumunu etkilemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ebeveyn Uygulamaları, Ebeveyn Kabul, Ebeveyn Red, Ebeveyn Kontrol, Ebeveyn

#### **ANALYSIS OF RELATION OF PARENTAL ACCEPTANCE AND PARENTAL APPLICATIONS**

##### **ABSTRACT**

The main purpose of the research; is the analysis of the relationship between parental accept/refuse features and parental applications. This research is an analytic survey. The population of the research consists of the parents with children in primary educational period. 173 parents participated in the study. The sample was simple randomly selected comprises the sample. This Research used to the Participant Data Form: It has been comprised by the researchers in effort to get information about the socio-demographic characteristics of the parents features. Parental Acceptance/Rejection/Control Scale; this scale has been developed in order to measure the perception of parents belonging to about acceptance/rejection refuse behaviour of the parents about their children. Evaluation Scale of Parental Applications: It evaluates the positive and negative behaviour of parents towards their children in primary educational period. Analysis: The data analyzed by using SPSS 16.0. In the analysis of the data, the total scores count and percentage distribution and mean value of the data have been taken. Correlation, regression and one way analysis has been determine between scales. Results: With 37.60±5.87 that is total score average of Parental Application Evaluation Scale. Total score average of Parental Acceptance/Rejection/Control Scale is 85.26±15.84. A negatively statistical significant relation has been found determined between Total Score of Parental Applications Evaluation Scale and Parental Acceptance/Rejection Scale. Conclusion, Recommendation: According to the research result, parental applications effect the state of parental accept/refuse.

**Keywords:** Parental Applications, Parental Acceptance, Parental Rejection, Parental Control, Parent

**NOT  
NOTE**



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Humanities Sciences (ISSN 1308-7320; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsahuman/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/ Humanities Sciences (ISSN 1308-7320; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsahuman/>).

## 5A11J

**Didem Göktürk, Tomris Deniz, Seda Yılmaz, Sultan Dilek Sacıhan**  
İstanbul University, didemgokturk@gmail.com, İstanbul-Turkey

### **BALIKÇILIKTA YASAK AV BOYU PROBLEMİ: İSTANBUL'DA SATIŞA SUNULAN BALIKLARIN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ**

#### **ÖZ**

Ticari türlerin avcılığına ilişkin yasaklar tebliğler ve tüzüklerle bildirilmektedir ve bu yasaklar arasında, her canlıya en az bir kez üreme şansı verme prensibiyle hareket eden "asgari avlanabilir boy (MLS: Minimum landing size), diğer bir deyişle yasak av boyu" en önemlilerinden biri olarak sayılmaktadır. Av boyu yasaklarına uyulmaması balık stoklarında azalmaya, bazı türlerin bölgesel olarak yok olmasına ve dolayısıyla ekosistemin doğal dengesinin bozulmasına yol açmaktadır. Bu çalışmada İstanbul'daki balıkçılarda satışa sunulan pelajik ve demersal toplam 6 adet ticari türün asgari avlanabilir boylara uygunlukları incelenmiştir. Ekim 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında aylık olarak yapılan örnekleme çalışmaları sonucunda oluşturulan boy-frekans verilerine göre sırasıyla lüferin %97,1; istavritin %61,2; tekirin %16,7; sardalyanın %8,2; hamsinin %2,2 ve mezgitin %1,8'lik oranla asgari avlanabilir boyunun altında avlanarak satıldıkları tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, ekosistemin ve buna direkt olarak bağlı olan balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması için satışa sunulan ekonomik türlerin boylarının düzenli olarak izlenmesi ve önlem alınması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Asgari Avlanabilir Boy, Lüfer, İstavrit,  
Tekir, Mezgit

### **ILLEGAL LANDING SIZE PROBLEM IN FISHERIES: EVALUATION OF MARKETED FISH ADEQUACY IN ISTANBUL**

#### **ABSTRACT**

The obligations on the fisheries of commercial species are issued by regulations and notifications in terms of illegal fisheries. Minimum landing size (MLS) known as illegal catch size based on providing at least one chance for reproduction every living creature can be considered the most important tool among these obligations. Illegal fisheries lead to decreasing fish stock, regional exploitation some species and accordingly destabilizing natural balance of ecosystem. The total of 6 commercial species, marketing in Istanbul, is examined in this study focusing on MLS values. From this point of view it can be concluded that the size of marketing species should be monitored in order to sustain ecosystem and related to fisheries activities on ecosystem. The results obtained from sampling studies carried out between October 2015 and April 2016, according to the size-frequency data, show that the following species were caught below MLS and marketed: bluefish (97.1%), Atlantic horse mackerel (61.2%), surmullet (16.7%), European pilchard (8.2%), European anchovy (2.2%) and whiting (1.8%).

**Keywords:** Minimum Landing Size, Bluefish, Atlantic Horse Mackerel, Whiting, Surmullet



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Ecological Life Sciences (ISSN 1308-7258; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaecolife/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/ Ecological Life Sciences (ISSN 1308-7258; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsaecolife/>).

## D2IJ

Hazel Ercan

Şebnem Yıldırım Orhan

Gazi University, Ankara-Turkey

hazelercan@hotmail.com; s.y.orhan@hotmail.com

### **TÜRKİYE'DE YAPILMIŞ MÜZİK KONFERANSLARININ İNCELENMESİ: MÜZED İPEK YOLU ÖRNEĞİ**

#### **ÖZ**

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de müzik alanında yapılmış Uluslararası konferanslarda sunulmuş bildiri ve posterleri tespit edip incelemektir. Araştırmanın, müzik konferanslarındaki konuların belirlenmesi ile ileride yapılacak olan konferans konularına referans olması, benzer ve birbirleriyle ilişkili konuların belirlenmesi ve bildiri konularının saptanarak birbirini tekrar etmemesi amacıyla derlenmiş önemli bir literatür olacağı düşünülmektedir. Bu araştırma tarama modelinde yapılmış, "betimsel" bir derleme çalışmasıdır. Bu araştırma için MÜZED'in yaptığı (2014 yılında yapılmış MÜZED "İpek Yolu'nda Müzik Kültürü ve Eğitimi" Konferansı ve 2016 yılında yapılmış MÜZED Uluslararası 2. İpek Yolu Müzik Konferansı) konferanslarda sunulan sözlü bildiri ve posterler örneklem olarak alınmıştır ve toplam 210 bildiri ve 3 poster içerik analizi yapılmıştır. Bildiri ve posterlerin tamamına yayınlanmış MÜZED "İpek Yolu'nda Müzik Kültürü ve Eğitimi" Konferansı bildiri özetleri kitabı ve basılmış MÜZED Uluslararası 2. İpek Yolu Müzik Konferansı bildiri özetleri kitaplarından ulaşılmış, özetlerin tamamı incelenerek kategorize edilmiştir. Bildiri ve poster başlıkları birden fazla kategoriye uygun gözükse de, özetlerde yer alan örneklem ve amaçlar irdelenmiş ve en uygun başlık altında sınıflanmıştır. Bu başlıklar: müzik eğitimi ana başlığı altında amatör, genel ve mesleki müzik eğitimi; genel müzik eğitimi alt başlığı altında okul öncesi, ilköğretim, lise, özel eğitim ve sınıf öğretmenliği; mesleki müzik eğitimi alt başlığında müzik öğretmenliği, konservatuvar, güzel sanatlar lisesi, güzel sanatlar fakültesi ve çalgı eğitimi; müzikoloji ana başlığı altında tarihsel inceleme, disiplinler arası çalışmalar, halk bilim, müzik yayınları ve müzik teknolojisi; organoloji ana başlığı ve eser ana başlıkları yer almaktadır. Her iki konferansta çalışılan temalar arasında en dikkat çekici farklılık, "özel eğitimde müzik eğitimi" konusundaki bildirilerin ikinci konferanstaki artışı olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Müzik Konferansı, MÜZED, Müzik, Bilimsel Toplantı, Konferans, Bildiri

### **ANALYSIS OF MUSIC CONFERENCES HELD IN TURKEY: MUZED SILK ROAD SAMPLE**

#### **ABSTRACT**

Aim of this study is to determine and analyze the papers and posters submitted at International conferences carried out in Turkey within the field of music. This research is estimated to be a significant literature compiled in order to determine the topics in music conferences, to serve as a reference for further conferences, to determine similar and related topics and to avoid the repetition of paper topics by means of arranging them. This is a "descriptive" compilation study performed on scanning model. Oral presentations/papers and posters delivered in conferences held by MUZED (MUZED "Music Culture and Education in Silk Road" Conference in 2014 and MUZED II International Silk Road Music Conference in 2016) were analyzed as samples, and 210 papers and 3 posters were performed content analysis in total. All the papers and posters were obtained through the published abstract books of MUZED "Music Culture and Education in Silk Road" and MUZED II International Silk Road Music Conference. Abstracts were completely analyzed and categorized. Although the paper and poster titles seemed appropriate for more than one category, they were classified under the most suitable category by means of examining the samples and scopes of the abstracts in question. These titles contain: amateur, general and professional music education under the title of music education; pre-school, primary, high school special education and classroom teaching under the subtitle of general music education; music teaching, conservatory, high school of fine arts, faculty of fine arts and instrument teaching under the subtitle of professional music education; historical analysis, interdisciplinary studies, folklore, music publications and musical technology under the title of musicology; titles of organology and piece. The most outstanding difference between the topics at both conferences is the increase in the number of papers on "music education in special education" at the second conference.

**Keywords:** Music Conference, MUZED, Music, Scientific Meeting, Conference, Paper



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>).

## D3IJ

**Sıla Çakar**

Ondokuz Mayıs University, sila.cakar@omu.edu.tr, Samsun-Turkey

**Şebnem Yıldırım Orhan**

Gazi University, s.y.orhan@hotmail.com, Ankara-Turkey

**Kaan Yüksel**

Başkent University, kyuksel@baskent.edu.tr, Ankara-Turkey

### **RUDOLF MATZ 25 ETÜT KİTABI ETÜT NO.1'İN VİYOLONSEL EĞİTİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışma, Türkiye'de Konservatuvarlar ve Eğitim Fakülteleri Müzik Öğretmenliği Anabilim Dallarında verilen viyolonsel derslerinde yaygın olarak kullanılan Rudolf Matz 25 etüt kitabında yer alan 1 numaralı etüdün form ve teknik açıdan incelendiği betimsel bir çalışmadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi modeli kullanılmıştır. Bu çalışmanın, bu metodu kullanacak öğrenci ve mesleğe yeni başlamış öğretmenlere yardımcı olması beklenmektedir. Çalışmada etüdün çalıcıya katkıları ortaya konmuş, sağ ve sol el kazanımları tespit edilmiştir. Getirilen öneriler ile çalışın kolaylaşacağı düşünülmektedir. Çalışmada kitabın ilk etüdünün, özellikle IV. pozisyonun algılanması açısından önemli bir kaynak olduğu, ayrıca I. ve IV. pozisyonlarda katkı sağladığı, parmak tutma, arpej çalma, çift ses basma, kromatik dizi çalma, artikülasyon becerisi kazandırma, sağ el açısından ise, tel değişimi, yayın farklı bölümlerini kullanma, çift ses çalma, yayda farklı hız ve basınç uygulamaları gibi konularda katkı sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Viyolonsel, Viyolonsel Eğitimi, Etüt, Rudolf Matz, Analiz

#### **ANALYSIS OF RUDOLF MATZ 25 ETUDES NO.1 IN VIOLONCELLO EDUCATION**

#### **ABSTRACT**

This study is a formal and technical analysis of the first etude of Rudolf Matz's 25 Etudes book, with a descriptive basis. These etudes are commonly used in cello courses of Conservatories and Departments of Music Education throughout Turkey. Among the different qualitative research methods, content analysis model was used for this research. This study is expected to support students and newly beginning teachers who plan to use the specified work of Matz. Contributions of this etude to players's development were revealed in this study and right-left hand achievements were identified. It is anticipated that the suggestions made in this study will improve overall playing. The first etude was found as an important source, especially for a better understanding of the fourth position. For the left hand, this etude has been found contributive for the first and fourth positions, holding fingers, performing arpeggios, playing double stops, playing the chromatic scale and gaining articulation skills. For the right hand, the etude has been found to improve string switching, using different sections of the bow, playing double stops, different speed and pressure applications of the bow.

**Keywords:** Cello, Cello Education, Etude, Rudolf Matz, Analysis



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>).

## D4IJ

**Yusuf Andaç**

MEB Bakanlığı, yusufandac@gmail.com, Ankara-Turkey

**Ebru Temiz**

Ömer Halisdemir University, varolebru@gmail.com, Niğde-Turkey

### **MÜZİK DERSİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMININ İLKÖĞRETİM 4. VE 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜZİK DERSİNE KARŞI TUTUMLARINA ETKİSİ**

#### **ÖZ**

Bu araştırmada ilköğretim 4. ve 5. sınıf düzeyinde teknoloji destekli müzik eğitiminin öğrencilerin müzik dersine yönelik tutumlarına olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen kullanılarak, deney gruplarına teknoloji destekli müzik öğretimi, kontrol gruplarına ise mevcut eğitim öğretim etkinliklerini içeren müzik öğretimi uygulanarak gruplar arasında öğrencilerin müzik dersine ilişkin tutumları incelenmiştir. Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Niğde il merkezinde 75. Yıl Mustafa Altuncu İlköğretim Okulunun 4A, 4B, 5B ve 5B şubelerinden oluşan toplam 96 öğrenci ile il milli eğitim müdürlüğünden gerekli izinler alınarak yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak Özmenteş tarafından geliştirilen "Müzik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Araştırmanın uygulama süreci dört hafta olup, uygulamanın başlangıcında ve bitiminde elde edilen veriler SPSS 16 paket programı ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda 4.sınıf düzeyinde, deney ve kontrol grupları arasında öğrencilerin müzik dersine karşı tutumlarında anlamlı fark olduğu, dolayısıyla müzik dersine yönelik tutumların olumlu yönde geliştiği, 5.sınıf düzeyinde ise öğrencilerin müzik dersine karşı tutumlarında deney ve kontrol grupları açısından anlamlı fark olmamasına rağmen deney grubunun tutumlarının olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Müzik, Müzik Eğitimi, Teknoloji,  
Teknoloji Destekli Müzik Eğitimi, İlkokul

### **THE EFFECT OF TECHNOLOGY USAGE ON 4TH AND 5TH GRADE PRIMARY SCHOOL STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS MUSIC LESSONS**

#### **ABSTRACT**

The purpose of this study is to examine the effect of technology based music lessons on the attitudes of 4th and 5th grade elementary school students towards music lessons. In this study the pre-post attitude with experimental-control group design was performed. Attitudes towards the music lesson between groups were investigated by giving technology-assisted music education to experiment groups and existing traditional music education to control groups. The subject of this study were 96 students from 4A, 4B, 5A and 5B classes at 75. Yıl Mustafa Altuncu Elementary School. The study was conducted in Niğde with the permission of the provincial directorate for national education in 2013-2014 academic years. As a data collection tool, "Müzik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği" by Özmenteş was used. The study took four weeks, and the data gathered at the beginning and the end was analyzed using SPSS 16 software package. At the end of the study, it was found that there is a considerable difference between the attitudes of 4th grade experiment and control groups; hence, they built a positive attitude towards music lessons. On the other hand, among 5th grade students, there is not a notable difference between experiment and control groups towards music lessons but experiment groups built a positive attitude.

**Keywords:** Music, Music Education, Technology, Technology-Assisted  
Music Education, Primary School



- Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>) dergisinde yayınlanacaktır.
- This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/>).

## D5IJ

**Ezgi Özkan**

Bilfen Koleji, ezqiozkan@windowslive.com, Ankara-Turkey

**Şebnem Yıldırım Orhan**

Gazi University, s.y.orhan@hotmail.com, Ankara-Turkey

### **SEBASTIAN LEE OP.113 ETÜT KİTABI I.ETÜDÜN TEKNİK VE BİÇİMSEL ANALİZİ ÖZ**

Bu çalışma, Türkiye’de Eğitim Fakülteleri Müzik Öğretmenliği Anabilim Dallarında verilen viyolonsel derslerinde yaygın olarak kullanılan Sebastian Lee, Op.113 metodunda yer alan ilk etüdün teknik ve biçimsel olarak incelendiği betimsel bir çalışmadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi modeli kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma ile bu alanda çalışan bireylere analitik bakış açısı kazandırmak ve akılcı bir yaklaşımla çalışma süresini daha verimli hale getirmek amaçlanmıştır. Araştırmada etüdün teknik özellikleriyle gelişim açısından çalışmaya katkıları incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda; Do Majör tonunda yazılmış toplam 71 ölçülük 1 nolu etüdün, A B A1 üç bölmeli şarkı formunda yazıldığı, etüdün sol elde pozisyon geçişi, parmak tutma, arpej çalma, vibrato, flogele geçişi, artikülasyon, sağ elde bağlı çalma, yayın eşit hızda ve farklı hızda kullanımı, bütün yay kullanımı ve vurgu ve dinamikler konularında gelişime katkı sağlayan bir etüt olduğu sonucuna ulaşılmıştır.


**Anahtar Kelimeler:** Etüt, Etüt Analizi, Sebastian Lee Op.113, Viyolonsel Eğitimi, Viyolonsel

### **TECHNICAL AND STYLISTIC ANALYSIS OF THE OP.113 ETUDE BOOK BY SEBASTIAN LEE**

#### **ABSTRACT**

This is a descriptive study, technically and stylistically analyzing the first etude in Sebastian Lee’s Op.113 Etude Book which is commonly used at cello courses taught at the Faculties of Education Divisions of Music Teaching in Turkey. In the research, among the qualitative research methods, content analysis model is used. With this study, it is aimed to gain individuals, who operate in this field, an analytical perspective and enable them to make their practice more productive with a rationalist approach. In the research, with its technical features, contributions of the etude to the player in terms of development are investigated. As a result of the analysis, it is found the etude number 1 which was composed in total of 71 measure Do Major, was written like a song of 3 parts as A B A1, the etude contribute to the development of vibrato, flogele shift, position shifts, arpeggio playing, fingering, articulation and preparing the sound patterns in the left hand; and equal bow use, different-speeded bow use, legato, nuance-based bow use, stressed playing, attack bow use, whole bow use and different consecutive bow uses in the right hand.

**Keywords:** Etude, Etude Analysis, Sebastian Lee Op.113, Cello Education, Cello

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bu makale ISS2016 sempozyumunda (01-04/09/2016) sözlü sunum olarak sunulmuş olup, NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/</a>) dergisinde yayınlanacaktır.</li><li>• This article was presented as an oral presentation at the ISS2016 Symposium (September 01-04, 2016). Also, this article will be published in the NWSA Academic Journals/Fine Arts (ISSN 1308-7290; <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/nwsafine/</a>).</li></ul>
---	---





**Halil Ibrahim Burgan**

Istanbul Technical University, burgan@itu.edu.tr, Istanbul-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A1PB>

**AUTOREGRESSIVE MODELS FOR PREDICTION OF RAINFALL DATA IN AFYON REGION**

**ABSTRACT**

Synthetic hydrologic data can be produced from stochastic model techniques. The autoregressive (AR) model specifies that the output variable depends linearly on its own previous values and on a stochastic term (an imperfectly predictable term); thus the model is in the form of a stochastic difference equation. AR models have been extensively used in hydrology and water resources since the early 1960's for modeling annual and periodic hydrologic time series. Afyon region is selected as study area, because the region has erratic rainfalls and has a flat surface in terms of topography, so the flood risk is higher every time. In this study, the relationship of cross correlation coefficients ( $\rho$ ) and distance between the rainfall stations of Turkish State Meteorological Service (MGM) is investigated. The data is monthly total rainfall (mm) data and the date is January, 2009 to December, 2009 for 12 months in 2009. Statistical properties of rainfall data are calculated as mean, median, standard deviation and autocorrelation coefficient. Autocorrelation coefficients for 5-lags are acquired. Contour maps were created for 5-lags from x, y and z values of rainfall stations. While creating contour maps, Surfer 8 software which has a good visualization to present graphics is used in this study. The rainfall data of selected rainfall stations in the study area as Afyon, Akşehir, Bolvadin, Çay and Emirdağ is estimated and the results are presented. Estimations are made using AR(1) and AR(2) models.

**Keywords:** Afyon Region, AR(1) Model, AR(2) Model, Cross Correlation, Rainfall

**AFYON BÖLGESİ'NDE YAĞIŞ VERİSİ TAHMİNİ İÇİN OTOREGRESİF MODELLER**

**ÖZ**

Sentetik hidrolojik veri stokastik modelleme teknikleri yardımıyla üretilebilmektedir. Otoresif (AR) model, çıkış değişkeninin doğrusal olarak kendi geçmiş değerlerine ve bir stokastik döneme (eksik tahmin edilebilir dönem) bağlı olduğunu belirtir; böylece model, stokastik fark denklemi formundadır. AR modelleri, 1960'lı yılların başından beri yıllık ve periyodik hidrolojik zaman serileri için hidroloji ve su kaynaklarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çalışma alanı olarak, bölgenin düzensiz yağışlar ve topografik açıdan düz bir ovaya sahip olması nedeniyle her zaman taşkın riski taşınmasından dolayı Afyon Bölgesi seçilmiştir. Bu çalışmada, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (MGM)'ye ait yağış gözlem istasyonları arasındaki uzaklık ile çapraz korelasyon katsayıları ( $\rho$ ) arasındaki ilişkileri araştırılmıştır. Veri, aylık toplam yağış (mm) olup 2009 yılı Ocak-Aralık arasındaki dönemi kapsamaktadır. Yağış verisinin istatistiksel özellikleri, ortalama, medyan, standart sapma ve otokorelasyon katsayısı şeklinde hesaplanmıştır. Otokorelasyon katsayıları, 5 gecikme zamanı adımı için elde edilmiştir. Eşyükselti eğrisi haritaları, yağış gözlem istasyonlarının x, y ve z değerlerinden 5 gecikme zamanı adımı için oluşturulmuştur. Bu çalışmada, eşyükselti eğrisi haritaları oluşturulurken grafiklerin sunumunda iyi bir görselleştirme imkanı sunan Surfer 8 yazılımı kullanılmıştır. Çalışma bölgesinde, Afyon Çay, Bolvadin, Akşehir ve Emirdağ yağış gözlem istasyonları seçilmiştir. Tahminler, AR(1) ve AR(2) modelleri kullanılarak yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Afyon Bölgesi, AR(1) Model, AR(2) Model, Çapraz Korelasyon, Yağış



## 1. INTRODUCTION

Hydrological estimation is complex system. The components of hydrological cycle are basically evaporation, precipitation, groundwater, transpiration and runoff. Estimation of all these steps is too difficult because of system complexity. For example, physical models are based on continuity equations.

Operational hydrological forecasting and water resource management require efficient tools to provide accurate estimates of future river level conditions and meet real world demand (Abrahart and See, 2000). The use of autoregressive representation of a stationary time series (or the innovations approach) in the analysis of time series has recently been attracting attentions of many research workers (Akaike, 1969).

In this study AR(1) and AR(2) model are used to estimate rainfall in Afyon region. The data is monthly total rainfall (mm) data and the date is January, 2009 to December, 2009 for 12 months in 2009. Statistical properties of rainfall data are calculated as mean, median, standard deviation and autocorrelation coefficient.

## 2. RESEARCH SIGNIFICANCE

Forecasting of streamflow is vital important for flood caution, operation of flood-control-purposed reservoir, determination of river water potential, production of hydroelectric energy, allocation of domestic and irrigation water in drought seasons, and navigation planning in rivers (Bayazit, 1988). Also rainfall data plays important role to estimate streamflow.

Afyon region is important place in terms of thermal waters-tourism and agricultural and farming economy. Afyon is located in Central Anatolia and its city neighbors are Eskisehir, Konya, Isparta, Denizli, Usak and Kutahya. Afyon region looks like bowl and it has a big plain which is surrounded high mountains. Therefore, in response to flood risk in Afyon in region estimation of rainfall data is important.

## 3. METHOD

### 3.1. Autoregressive (AR) Model

General equation of AR model can be written as below.

$$y_i = \sum_{j=1}^p f_j y_{j-1} + e_i \quad (1)$$

$f$ : regression coefficients of model,

$e$ : independent variable.

AR model can be given as the following matrix (Dogan et al., 2007).

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ r_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_1 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{p-1} \\ r_1 & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & r_{p-2} \\ \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 & r_1 \\ r_{p-1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f_{p-1} \end{bmatrix} \quad (2)$$



$$[r] = [P]^{-1} [f]$$

$$f = P^{-1}r \quad (3)$$

$f$  values are obtained from eq. (3) and by substituting the following equation, general equation of model can be obtained (Haan, 2002).

$$y_i = \sum_{j=1}^p f_j y_{i-j} + e_i = f_1 y_{i-1} + f_2 y_{i-2} + \dots + f_p y_{i-p} + e_i \quad (4)$$

### 3.2. Data

The rainfall observations are 17752 - Emirdağ, 17190 - Afyon, 17793 - Çay, 17796 - Bolvadin and 17239 - Akşehir. The data is monthly total rainfall (mm) data and the date is January, 2009 to December. Station numbers, name and places of stations, coordinates and altitudes of stations are at below table (Table 1).

Table 1. Informations about stations

Station No	Station Name-Place	Coordinates (WGS84)	Coordinates (UTM)		Altitude (m)
			X	Y	
17190	Afyon	38°45' N/30°32' E	546363.0	4290885.776	1033.74
17793	Çay	38°35' N/31°02' E	590037.6	4272755.574	996.00
17796	Bolvadin	38°43' N/31°03' E	591320.5	4287573.769	1018.00
17239	Akşehir	38°21' N/31°25' E	623838.6	4247297.975	1010.00
17752	Emirdağ	39°01' N/31°09' E	599598.4	4320983.545	983.00

### 4. RESULTS

There are the observations at the stations and mean, standard deviation, median and auto-correlation numbers at the table (Table 2).

Table 2. Statistical properties of rainfall data at year 2009.

Station	1	2	3	4	5
Month	17190 Afyon	17793 Çay	17796 Bolvadin	17239 Akşehir	17752 Emirdağ
Jan	81.30	91.40	69.40	62.90	54.50
Feb	64.10	111.60	90.50	99.30	62.20
Mar	52.30	102.30	51.80	76.70	40.30
Apr	66.40	106.50	64.00	69.10	78.60
May	42.00	49.50	30.50	67.90	49.70
Jun	3.40	21.80	29.60	29.50	10.50
Jul	13.50	13.50	4.30	4.60	20.40
Aug	12.90	1.30	0.80	0.50	0.00
Sep	36.20	39.20	21.60	18.40	38.90
Oct	28.90	26.10	13.10	10.50	18.30
Nov	38.60	62.20	28.90	116.30	42.70
Dec	82.00	94.00	71.60	81.60	63.80
Mean	43.47	59.95	39.68	53.11	39.99
St. Deviation	25.29	38.21	27.87	37.38	22.71
Auto Correlation C.	0.56	0.73	0.61	0.49	0.32
Median	40.30	55.85	30.05	65.40	41.50

There are distances between stations, elevation differences of stations and cross correlations between stations at below table (Table 3).



Table 3. Cross correlation calculations

Stations	Distance (km)	Elevation Diff. (m)	Cross Correlation
1   2	47.29	37.74	0.89
1   3	45.08	15.74	0.86
1   4	88.90	23.74	0.67
1   5	61.15	50.74	0.89
2   3	14.87	-22.00	0.93
2   4	42.32	-14.00	0.81
2   5	49.17	13.00	0.89
3   4	51.76	8.00	0.73
3   5	34.42	35.00	0.83
4   5	77.57	27.00	0.74

And in the graphs which are below the x-axis shows distance and elevation difference and y-axis shows cross-correlation coefficients (Figure 1-2).

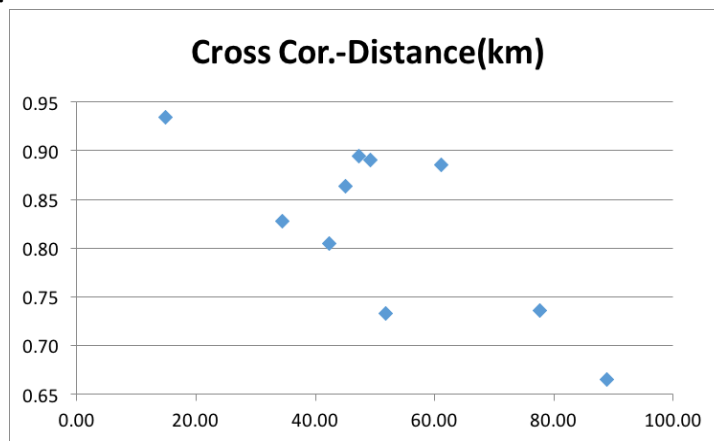


Figure 1. The scatter points of cross correlation coefficient and distance

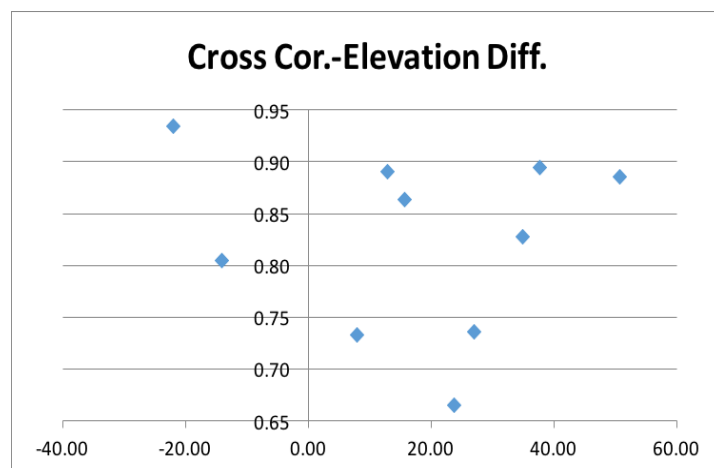


Figure 2. The scatter points of cross correlation coefficient and elevation difference

The contour maps versus auto-correlation coefficients (Table 4) were created by Surfer 8 mapping program (Figure 3-7).



Table 4. Auto-correlation coefficients calculations

Station	X	Y	Auto-correlation Coefficients				
			Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>
1	546363.0	4290885.78	0.5566	0.1884	0.0530	-0.4869	-0.7300
2	590037.7	4272755.57	0.7349	0.3891	0.1091	-0.6776	-0.8256
3	591320.5	4287573.77	0.6111	0.4308	0.1091	-0.4564	-0.6821
4	623838.6	4247297.98	0.4852	0.1169	-0.2735	-0.6776	-0.8561
5	599598.4	4320983.55	0.3181	0.1814	-0.0143	-0.6031	-0.3980

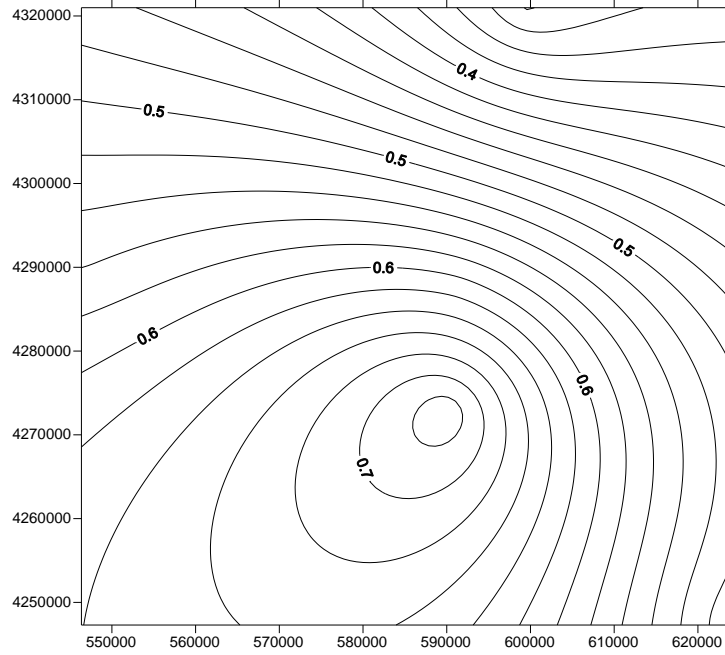


Figure 3. The contour map of x, y and z<sub>1</sub>.

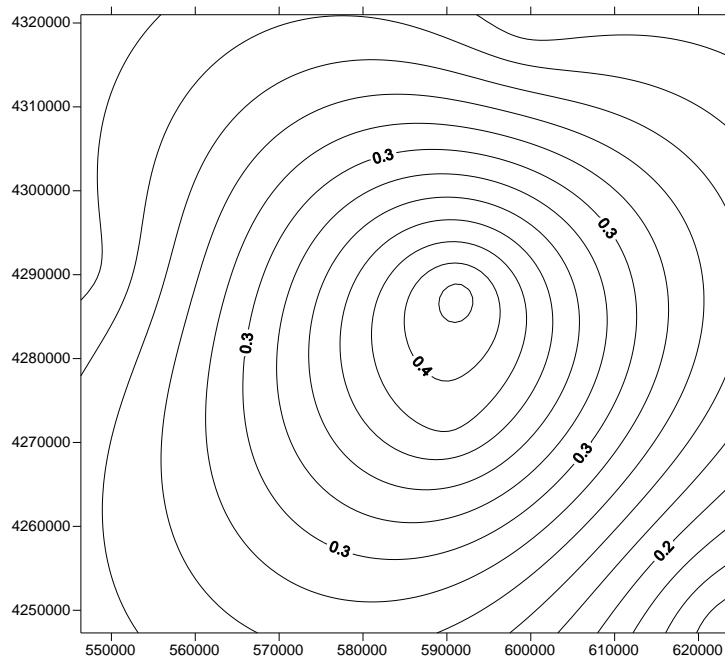


Figure 4. The contour map of x, y and z<sub>2</sub>.

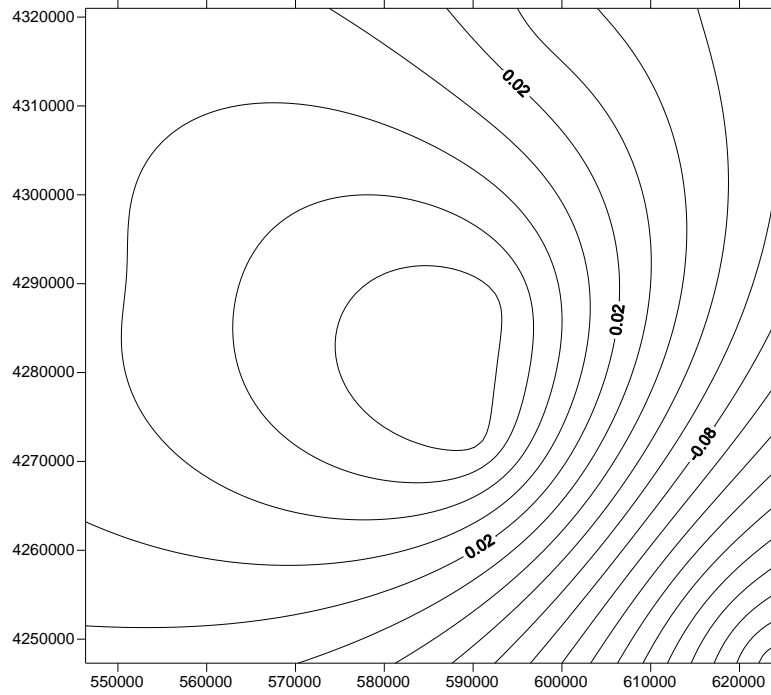


Figure 5. The contour map of  $x$ ,  $y$  and  $z_3$ .

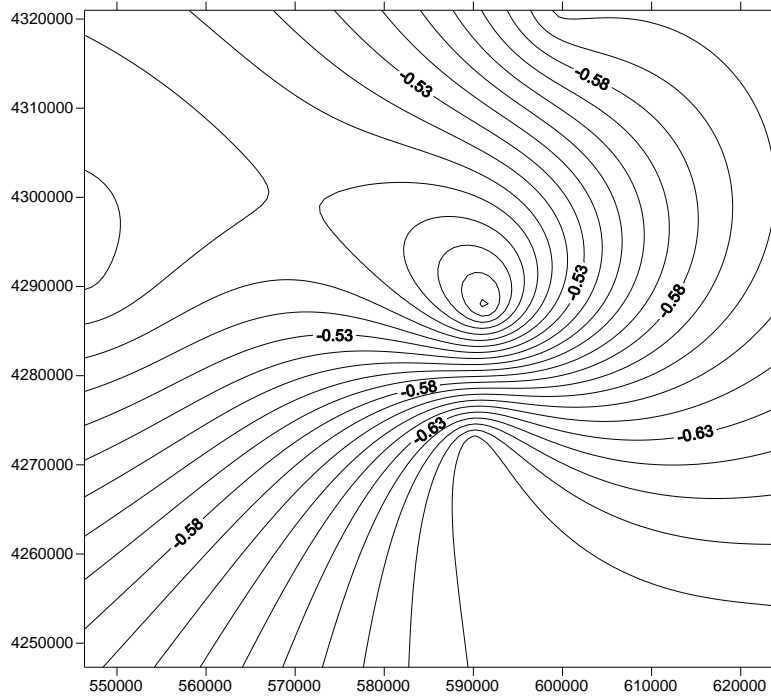


Figure 6. The contour map of  $x$ ,  $y$  and  $z_4$ .

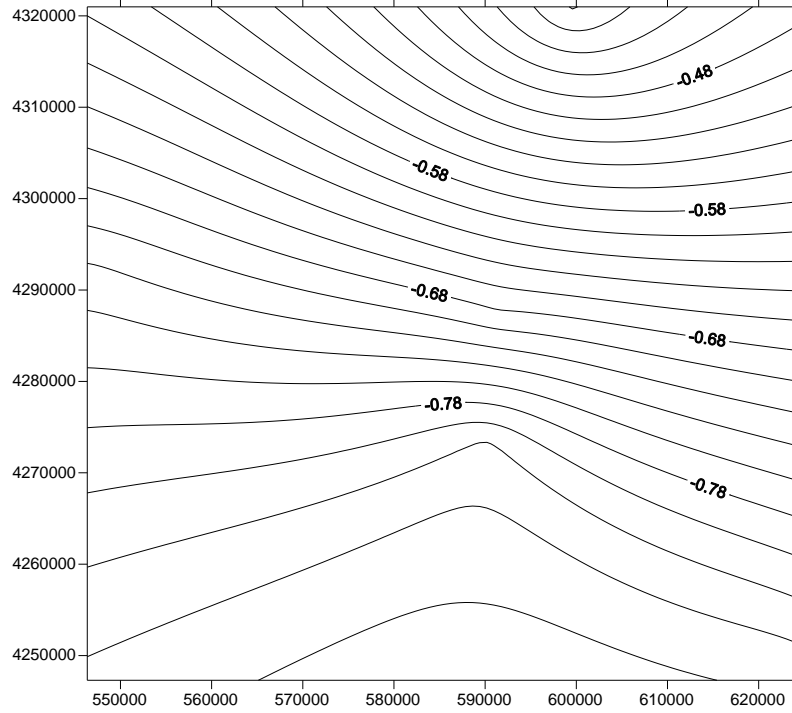


Figure 7. The contour map of  $x$ ,  $y$  and  $z_5$ .

#### 4.1. AR(1) Model

To make AR(1) model the following equation is used,

$$AR(1) = y_i = \phi_1 \times y_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5)$$

11 data is generated by AR(1) model and the synthetic data is presented with observed data (Table 5). All synthetic data has  $\mu=0$  and standard deviations are given in Table 6.

Table 5. Generation of AR(1) model for all stations

Month	Obs. data for Afyon	Synt. data for Afyon	Obs. data for Cay	Synt. data for Cay	Obs. data for Bolv.	Synt. data for Bolv.	Obs. data for Aksehir	Synt. data for Aksehir	Obs. data for Emird.	Synt. data for Emird.
Jan	81.30		91.40		69.40		62.90		54.50	
Feb	64.10	44.95	111.60	68.25	90.50	40.69	99.30	30.12	62.20	18.34
Mar	52.30	36.43	102.30	80.91	51.80	56.02	76.70	49.09	40.30	21.10
Apr	66.40	28.92	106.50	75.51	64.00	30.95	69.10	37.02	78.60	11.67
May	42.00	37.86	49.50	78.99	30.50	39.19	67.90	34.42	49.70	24.66
Jun	3.40	25.36	21.80	35.89	29.60	18.21	29.50	34.92	10.50	15.55
Jul	13.50	1.18	13.50	15.82	4.30	18.33	4.60	13.40	20.40	4.50
Aug	12.90	7.00	1.30	9.72	0.80	2.15	0.50	1.72	0.00	6.23
Sep	36.20	6.97	39.20	0.39	21.60	0.98	18.40	-0.27	38.90	0.67
Oct	28.90	19.84	26.10	29.43	13.10	13.78	10.50	8.72	18.30	10.43
Nov	38.60	15.68	62.20	18.40	28.90	9.36	116.30	5.09	42.70	5.72
Dec	82.00	20.46			71.60	17.51	81.60	55.31	63.80	13.38



Table 6.  $\rho_1 = \phi_1$  and  $\sigma_\varepsilon$  values for AR(1) model

Station	$\phi_1$	$\sigma_\varepsilon$
Afyon	0.56	0.83
Cay	0.73	0.68
Bolvadin	0.61	0.79
Aksehir	0.49	0.87
Emirdag	0.32	0.95

#### 4.2. AR(2) Model

To make AR(2) model the following equation is used,

$$AR(2) = y_i = \phi_1 \times y_{i-1} + \phi_2 \times y_{i-2} + \varepsilon_i \quad (6)$$

$$\phi_1 = \rho_1 \times \left( \frac{1 - \rho_2}{1 - \rho_1^2} \right), \phi_2 = \left( \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2} \right), \sigma_\varepsilon = 1 - \left( \frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2 \times \rho_1^2 \times \rho_2}{1 - \rho_1^2} \right) \quad (7)$$

11 data is generated by AR(2) model and the synthetic data is presented with observed data (Table 7). All synthetic data has  $\mu=0$  and standard deviations are given in Table 8.

Table 7. Generation of AR(2) model for all stations

Month	Obs. data for Afyon	Synt. data for Afyon	Obs. data for Cay	Synt. data for Cay	Obs. data for Bolv.	Synt. data for Bolv.	Obs. data for Aksehir	Synt. data for Aksehir	Obs. data for Emird.	Synt. data for Emird.
Jan	81.30		91.40		69.40		62.90		54.50	
Feb	64.10		111.60		90.50		99.30		62.20	
Mar	52.30	28.01	102.30	77.56	51.80	56.59	76.70	44.49	40.30	24.15
Apr	66.40	22.95	106.50	63.35	64.00	36.44	69.10	28.07	78.60	16.08
May	42.00	35.16	49.50	71.32	30.50	39.53	67.90	27.51	49.70	25.32
Jun	3.40	17.77	21.80	13.68	29.60	22.69	29.50	26.40	10.50	21.41
Jul	13.50	-5.87	13.50	5.30	4.30	20.72	4.60	5.58	20.40	8.92
Aug	12.90	7.93	1.30	6.49	0.80	5.46	0.50	-2.14	0.00	6.12
Sep	36.20	5.76	39.20	-3.36	21.60	0.74	18.40	0.51	38.90	2.17
Oct	28.90	21.11	26.10	38.02	13.10	13.14	10.50	11.17	18.30	11.06
Nov	38.60	12.04	62.20	11.71	28.90	7.90	116.30	3.99	42.70	9.82
Dec	82.00	19.23	94.00	52.22	71.60	17.16	81.60	62.60	63.80	12.98

Table 8.  $\phi_1, \phi_2, \rho_1, \rho_2$  and  $\sigma_\varepsilon$  values for AR(1) model

Station	$\phi_1$	$\phi_2$	$\rho_1$	$\rho_2$	$\sigma_\varepsilon$
Afyon	0.654	-0.176	0.56	0.19	0.818
Cay	0.976	-0.328	0.73	0.39	0.641
Bolvadin	0.555	0.092	0.61	0.43	0.788
Aksehir	0.560	-0.155	0.49	0.12	0.864
Emirdag	0.290	0.089	0.32	0.18	0.944

#### 5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Some conclusions are presented below:

- Black-box models are widely used because of their practicality. But more sensitive studies are required white-box models with more data and information about study area especially ungauged sites.
- In this study, only rainfall data is estimated. In the following studies, rainfall-runoff models and estimations can be used.





- 
- GIS technology has ongoing developments. So, usage of GIS in hydrological studies will be useful.
  - Afyon region is important in terms of animal and agricultural farming and thermal tourism. So, hydrological estimations are also important in terms of economic and social issues.

#### **REFERENCES**

- Abraham, R.J. and See, L., (2000). Comparing neural network and autoregressive moving average techniques for the provision of continuous river flow forecasts in two contrasting catchments. *Hydrological Processes*, 14, 2157-2172.
- Akaike, H., (1969). Fitting autoregressive models for prediction. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 21(1), 243-247.
- Bayazit, M., (1988). *Hidrolojik modeller*. ITU Matbaasi, Istanbul (in Turkish).
- Dogan, E., Isik, S., Toluk, T., and Sandalci, M., (2007). Daily streamflow forecasting using artificial neural networks. *International Congress on River Basin Management, Antalya*.
- Haan, T., (2002). *Statistical Methods in Hydrology*, Iowa State Pres.



Abdullah Seçgin  
Murat Kara  
Altay Ozankan

Dokuz Eylül University, İzmir-Turkey  
abdullah.secgin@deu.edu.tr; kara.murat@deu.edu.tr;  
altayozankan@hotmail.com

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A2PB>

**EXTREME VALUE MODELLING OF NATURAL FREQUENCIES OF AN UNCERTAIN  
COMPOSITE PLATE**

**ABSTRACT**

Uncertainty in structural systems makes vibration response unreliable especially at higher frequencies. The uncertainty is generally treated using statistical evaluations of deterministic results. In this study, natural frequencies of a composite plate having uncertain plate mass are considered via Finite Element Method (FEM) with Monte Carlo simulation. Natural frequencies are verified using empirical formulations. Finally, an Extreme Value (EV) model is constructed based on FEM-Monte Carlo data to predict the bounds of natural frequencies.

**Keywords:** Laminated Composite Plate, Natural Frequency, Extreme Value Theory, Uncertainty, Bounds of Uncertainty

**BİR KOMPOZİT PLAKANIN DOĞAL FREKANSLARININ UÇ DEĞER MODELLENMESİ**

**ÖZ**

Yapısal sistemlerdeki belirsizlik titreşim cevaplarını özellikle yüksek frekanslarda güvenilir yapar. Belirsizlik analizi genellikle deterministik sonuçlara istatistiksel yaklaşımlar ile yapılmaktadır. Bu çalışmada, kütleli belirsizliğe sahip bir kompozit plakanın doğal frekansları Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) ve Monte Carlo simülasyonu ile incelenmiştir. Doğal frekanslar ampirik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Son olarak, FEM-Monte Carlo verilerine göre bir Uç Değer (EV) modeli oluşturularak doğal frekansların sınırı belirlenmiştir.

**Keywords:** Katmanlı Kompozit Plaka, Doğal Frekans, Uç Değer Modeli, Belirsizlik, Belirsizliğin Sınırı



## 1. INTRODUCTION

A set of similar products those are manufactured from the same assembly line often shows different vibro-acoustic response behavior. This variability in the response is known as "uncertainty". The uncertainty arises from small differences in geometry, material property, characteristic of excitation, initial and boundary conditions of structures etc.

Uncertainty in structural-acoustic systems makes vibro-acoustic response unreliable especially at higher frequencies. For low frequencies at which resonance peaks dominate the response, the effect of uncertainty is evaluated by some statistical classifications of experiments or deterministic methods, such as Finite Element Method (FEM), Boundary Element Method. Monte-Carlo simulation is the commonly preferred method for this purpose [1-3]. Recently, an extreme value based modeling has been successfully used in the prediction of vibro-acoustic responses in a wide frequency range [4-7]. Modal analysis is fundamental way to determine the characteristic properties such as natural frequency, damping etc. of a system [8].

## 2. RESEARCH SIGNIFICANCE

There are some ways to analyze uncertainty. Accurate analyzing of uncertainty for all mechanical systems is very important for design process of a structure. For that reason, in this study, application of extreme value based modeling for natural frequencies of a composite plate with randomized plate mass using the same procedure given in [4-7] to determine bounds of uncertainty is presented. Firstly, numerical model of composite plate is verified using empirical formulations and then effect of uncertainty on natural frequency is presented. Then, 200 samples are evaluated via Monte Carlo simulation with a standard deviation of %5 from its original mass. Finally, an extreme value based model is constructed and bounds of natural frequencies are predicted.

## 3. MATHEMATICAL CONSIDERATIONS

### 3.1. Bending Vibrations of Composite Plates

Time independent equation of motion of symmetrical laminated thin plates with natural frequency  $\omega$ , having edge lengths a and b, thickness h, average mass density  $\rho_0$  and Poisson's ratio  $\nu$  can be expressed in Cartesian coordinates as [9]:

$$D_{11} \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x^4} + 4D_{16} \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x^3 \partial y} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{26} \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial x \partial y^3} + D_{22} \frac{\partial^4 w(x, y)}{\partial y^4} - \rho_0 h \omega^2 w(x, y) = 0. \quad (1)$$

Here,  $D_{11}$ ,  $D_{12}$ ,  $D_{22}$  and  $D_{66}$  are the bending rigidities in principle material directions where  $D_{16}$  and  $D_{26}$  are bend-twist coupling stiffness. Boundary conditions can be expressed for fully simply supported case as:

$$\text{at } x = 0, a; w = 0 : -D_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - 2D_{16} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0, \quad (2a)$$

$$\text{at } y = 0, b; w = 0 : -D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - 2D_{26} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - D_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0. \quad (2b)$$

Natural frequency parameter can also be expressed in terms of dimensionless parameters for fully simply supported specially orthotropic plates as:



$$\Omega_{p,q} = \omega_{p,q} \bar{a}^2 \sqrt{\frac{\rho_0 h}{D_{22}}} = \pi^2 \sqrt{p^4 D_\gamma + 2p^2 q^2 \lambda^2 D_\phi + q^4 \lambda^4}, \quad p, q=1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

where  $\lambda = a / b$  and  $D_\phi = (D_{12} + 2D_{66}) / D_{22}$ .

### 3.2. Extreme Value Theory

This method depends on classical Extreme Value Theory (EVT) that is used in statistics [5]. Classical EVT [10] identify statistical properties of variable  $M_n$  that has property of  $M_n = \max \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  where series of random variable  $X_i$  distributed independently and similarly. An important part of classical extreme-value analysis is the prediction, with specified probability  $p$ , of the level (quantile)  $z_p$  that will be exceeded by a random variable  $M_n$  i.e.  $\Pr\{M_n > z(p)\} = p$ . (Here  $\Pr$  is prediction function). Limiting distribution of  $M_n$  belongs to one of the three asymptotic distribution types: Type I: Gumbel distribution, Type II: Frechet distribution, Type III: Weibull distribution. Processing of data distribution is close related to type of data. Generally, there are three methods for pre-process data:

- i) Sub-division of sections into data blocks,
- ii) Use of a specified high-level data threshold,
- iii) Selection of top-order statistics.

Practical bound prediction can be constituted using the threshold exceedance extreme value model. The bound here is defined in terms of the  $m$ -Observational Return Level  $x_m$ , which is the level that will be exceeded on average once in every  $m$  observations of data. Bound that will be obtained is the approach of a physical bound if there is. But unless there is a physical bound, it is not meaningful to find a deterministic bound for random uncertain structures. In these cases, assigning statistical measures are more appropriate. For Type I threshold model,  $m$ -Observational Return Level  $x_m$  can be expressed as:

$$x_m \approx \sigma \log \left( \frac{mk}{n} \right) + u. \quad (4)$$

Here,  $m$  is the batch size (about which bound predictions are to be made),  $n$  is the data sample size used to calibrate the model,  $k$  is the top-order statistics; and  $\sigma$  and  $u$  are the model parameters. Extreme value model that belongs to Type I can be obtained with the following steps:

- i) Picking enough number of sample ( $n$ ):

$$n = N_s \ll m. \quad (5)$$

- ii) Selecting an appropriate top order statistics value ( $k$ ).  $k$  can be expressed semi-empirically in terms of data sample number ( $n$ ) as [10]:

$$k = 1.5\sqrt{n}. \quad (6)$$

- iii) Selecting threshold value ( $u$ ). Threshold value can be selected as  $k$ th descending top order statistics:

$$u = x_{kn}. \quad (7)$$

- iv) Calculation of maximum probability indicator for modal parameter ( $\sigma$ ):

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i - u. \quad (8)$$

Therefore, the quantile estimator that is given in (4) can be rewritten as:



$$\hat{q}(m) = \hat{\sigma} \log\left(\frac{mk}{n}\right) + x_{kn} , \quad (9)$$

which is familiar form of Weissman estimator. Approximate confidence intervals of predicted bounds can be calculated as [11]:

$$\sigma_{x_m}(\hat{q}) = c_n \left[ \xi_n^2 \frac{(k-1)}{k^2} + \frac{\pi^2}{6} - R_k \right]^{1/2} . \quad (10)$$

Here,  $\xi_n = \log(km/n)$ ,  $c_n = \hat{q}(ne) - \hat{q}(n)$ ,  $R_k = \sum_{n=1}^{k-1} n^{-2}$ , and  $e = 2.718\dots$

In this study, number of variable for Monte-Carlo simulation will be chosen as few as possible and bounds of uncertainties will be predicted via an extreme value based statistical method.

#### 4. VERIFICATION STUDY

In the study, effect of uncertain mass of a composite plate orientated as {0-90-0-90-90-0-90-0} is examined numerically. Mechanical properties of the composite plate are tabulated in Table 1. Then numerical model of the plate is tested comparing analytical and numerical natural frequency parameter of fully simply supported plate. After verification process, mass of the plate is selected as uncertain parameter and 200 samples of mass are created and numerical modal analysis is performed for each plate mass. Finally, extreme value model is constructed and bounds of uncertainty are predicted.

Table 1. Properties of the composite plate

Property	Value
Density	1771.21
Length along direction of x [m]	0.5
Length along direction of y [m]	0.6
Thickness [m]	2.50E-03
Young modulus along direction of x [GPa]	21.3
Young modulus along direction of y [GPa]	21.1
Shear modulus along direction of x [MPa]	3003
Poisson ratio along direction of x ( $\nu_{xy}$ )	0.161

##### 4.1. Numerical Modal Analysis of the Composite Plate

Numerical model of the composite plate is constructed using finite element software as shown in Fig. 1. Numerical natural frequency parameter is tabulated in Table 2 for fully simply supported case with respect to different element numbers and compared with Eq. (3). Beside that deviations from Eq. (3) are also calculated for 100 modes and presented in Fig. 2.

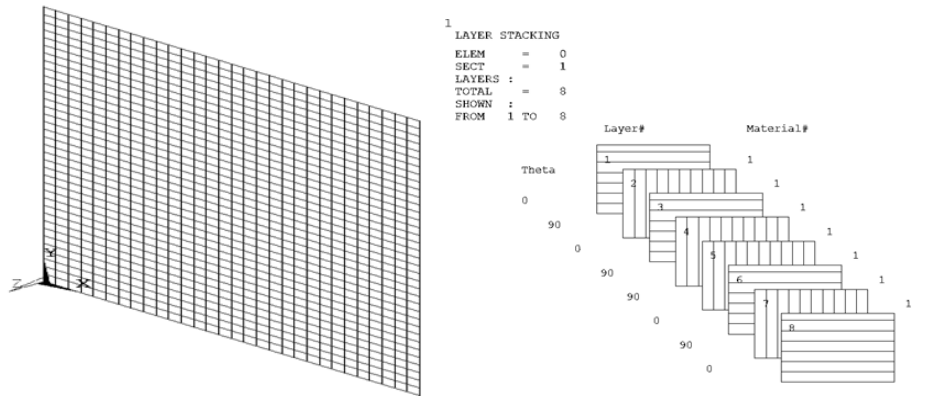


Figure 1. Finite element model of the composite plate and orientation of layers

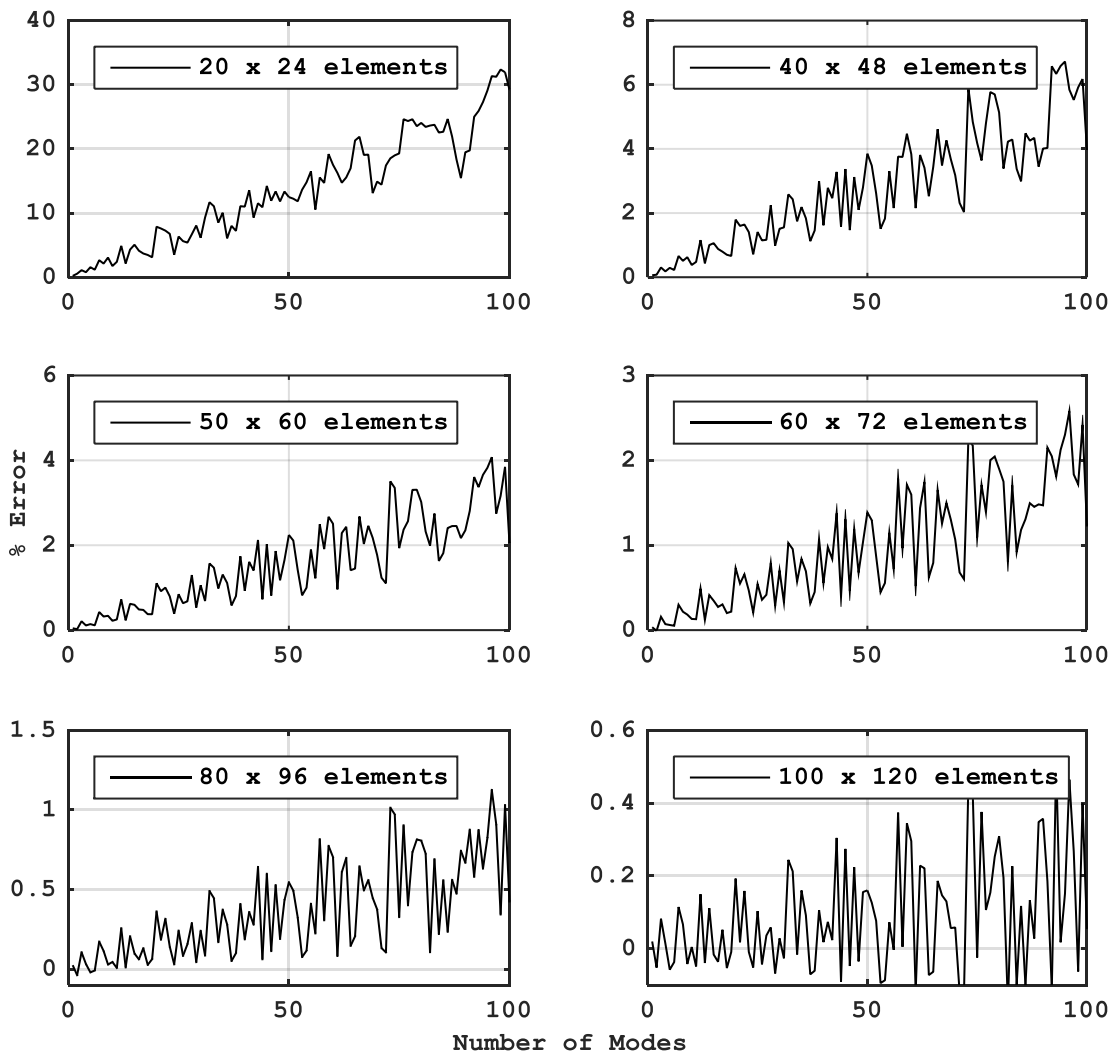


Figure 2. % error curves of each discretization

Fig. 2 and Table 2 verify that the correct model of the composite plate is constructed. Beside that, small errors are observed as expected in lower frequencies, but %error increases for higher frequencies. Since solution with higher discretization increases



solution time in Monte Carlo simulation, 50x60 discretization number which has error below %5, is selected for the considered range (100 modes).

#### 4.2. Bounds of Natural Frequencies

After convergence study and correction of numerical model, 200 samples of plate mass are created with respect to Gaussian distribution with properties  $m_p(m, \sigma) = m_p(1.1982, 1 / 80)$  kg to perform Monte-Carlo simulation. Then numerical modal analysis is performed for each sample under free boundary condition and effect of mass is examined in terms of natural frequencies and ratio of standard deviation to mean natural frequency of each mode and presented in Fig. 3. Note that, first six modes are not taken into consideration because natural frequencies in these modes are equal to zero since structure is free.

Table 2. Numerical natural frequency parameters with respect to different element numbers

Mode	N=20x24	N=40x48	N=50x60	N=60x72	N=80x96	N=100x120	Eq. (3)
(1,1)	20.253	20.223	20.219	20.217	20.216	20.215	20.211
(1,2)	46.937	46.717	46.691	46.676	46.662	46.656	46.680
(2,1)	61.483	60.997	60.939	60.908	60.877	60.863	60.812
(2,2)	81.476	80.989	80.931	80.899	80.868	80.854	80.842
(1,3)	95.831	94.633	94.491	94.414	94.338	94.303	94.357
(3,1)	124.064	122.904	122.766	122.691	122.617	122.582	122.628
(2,3)	133.868	131.267	130.961	130.795	130.630	130.554	130.404
(3,2)	150.167	147.790	147.510	147.358	147.207	147.137	147.039
(1,4)	166.962	163.003	162.539	162.287	162.038	161.923	161.991
(4,1)	185.070	182.589	182.295	182.135	181.976	181.903	181.895
(3,3)	191.204	187.612	187.190	186.961	186.734	186.629	186.720
(2,4)	239.337	230.819	229.830	229.296	228.767	228.522	228.181
(4,2)	243.988	239.909	239.424	239.161	238.901	238.780	238.874
(3,4)	253.725	245.690	244.756	244.252	243.752	243.521	243.250
(4,3)	261.862	251.876	250.720	250.095	249.477	249.192	249.232
(1,5)	283.157	274.316	273.241	272.661	272.086	271.821	271.919
(5,1)	283.577	275.647	274.770	274.296	273.826	273.609	273.467
(2,5)	329.603	320.775	319.742	319.184	318.629	318.374	318.544
(5,2)	333.429	325.512	324.578	324.072	323.571	323.339	353.995
(4,4)	381.848	360.350	357.901	356.582	355.278	354.677	355.974

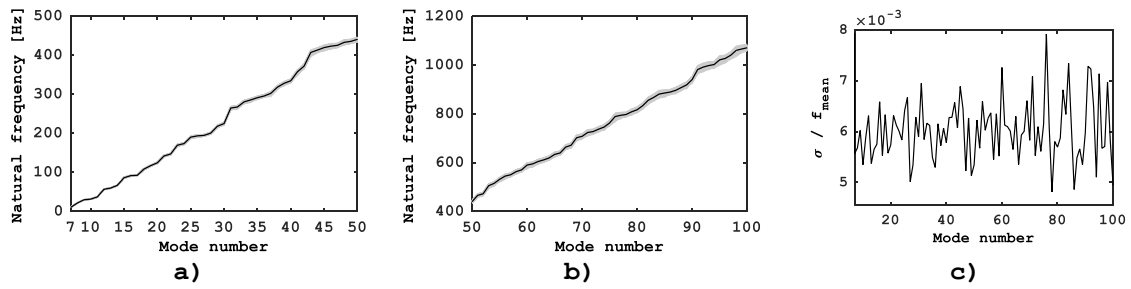


Figure 3. Natural frequencies change with respect to mode number

It is observed from Fig. 3, uncertainty has to be taken into consideration not only for low frequencies but also for higher frequencies. It is shown that ratio of standard deviation to the mean natural frequencies gradually increases after mode number 60. A set of response data of FEM-Monte Carlo are used in the EVT modeling such that  $n=200$ ;  $k=1.5\sqrt{200} \cong 21$ ;  $m = 200 \cdot 20 = 4000$ . Most of the data showed that it is of Type I via Hasofer Wang test, as it is shown in Fig. 4. Therefore, this model can be used in the prediction of the response bounds. After confirming the data belongs to Type I, extreme value model is constructed to estimate the bounds of natural frequencies. Calculated results are presented in Fig. 5.

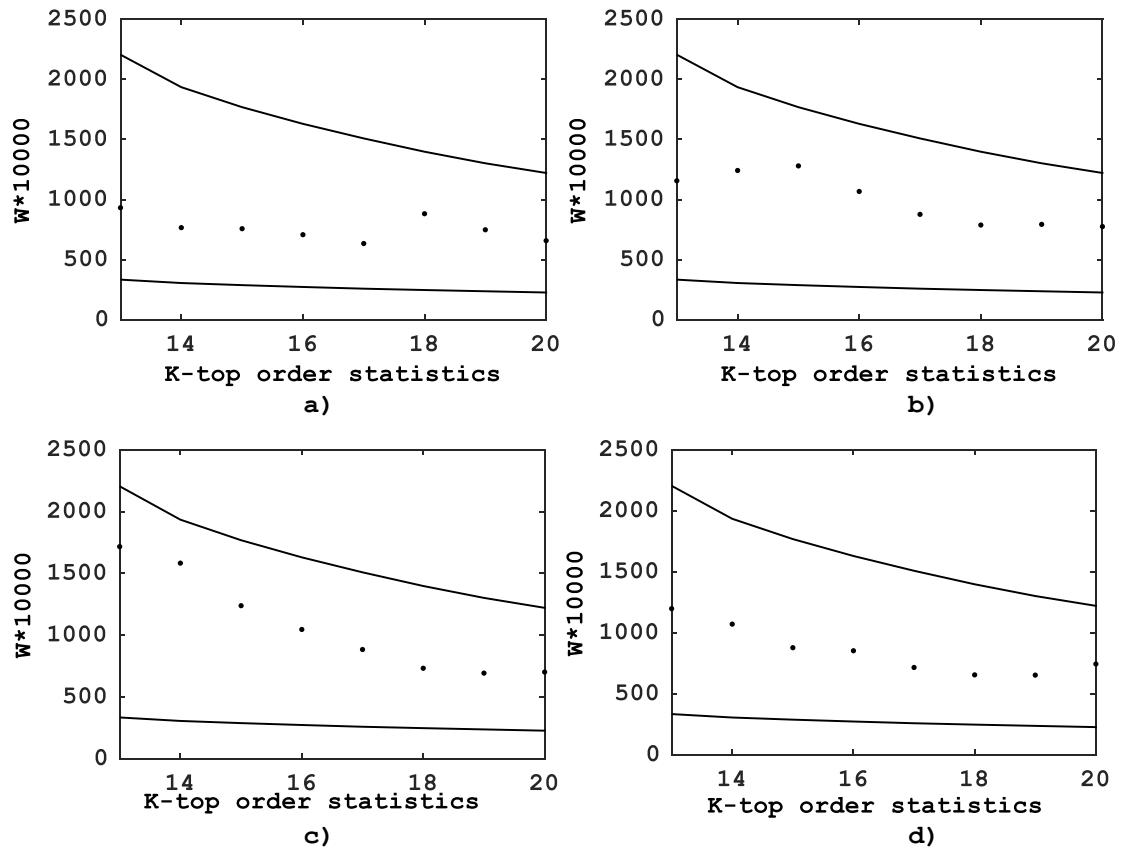


Figure 4. Hasofer Wang test results for a) mode number: 9, b) mode number: 27, c) mode number: 62, d) mode number: 88



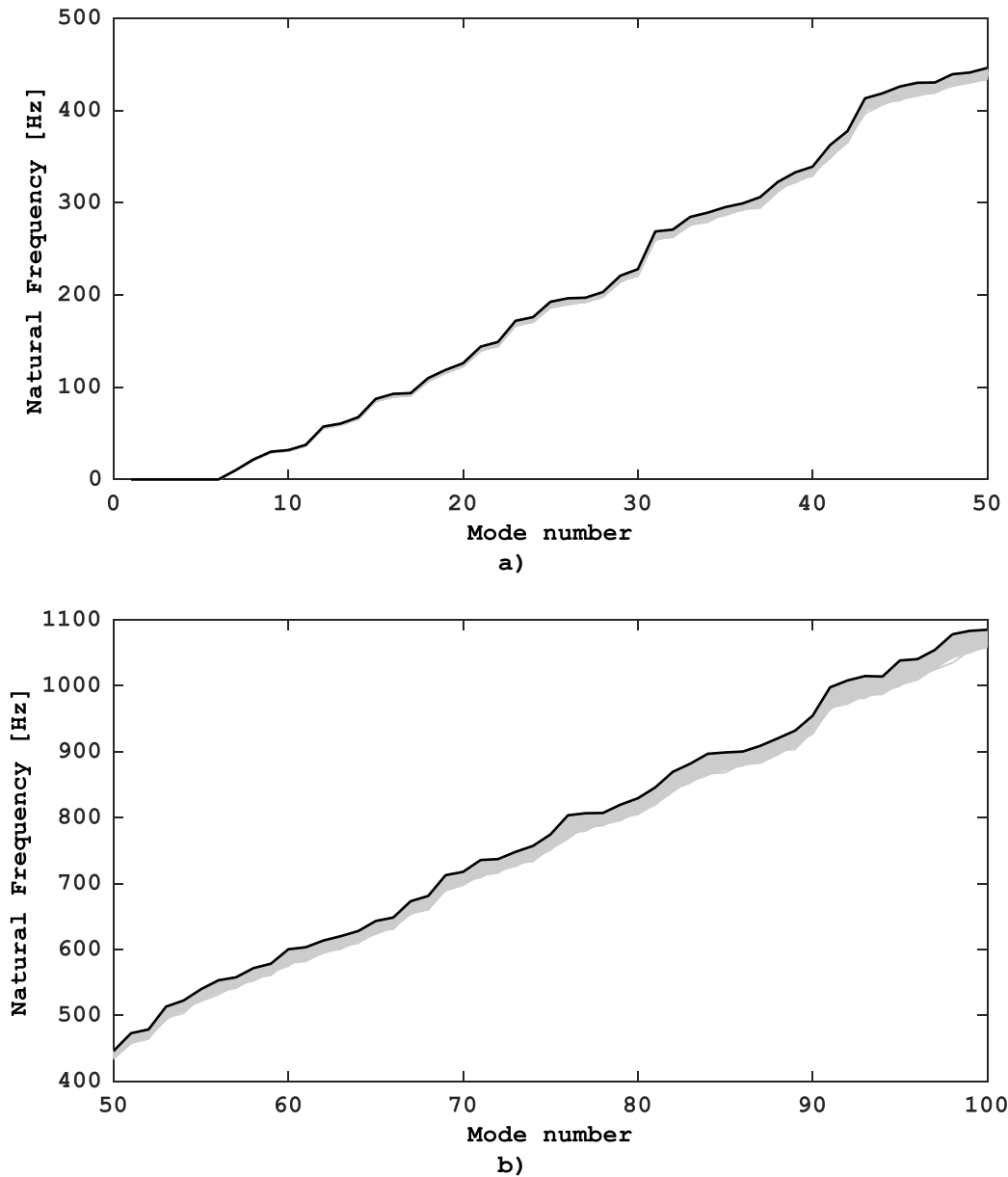


Figure 5. Bounds of natural frequencies a) modes 1-50, b) modes 50-100

Predicted bounds with confidence interval enclosing maximum responses showed that the constructed model is very successful.

## 5. CONCLUSION

In the paper, modal analysis of composite plate having mass uncertainty is considered. It is showed that uncertainty effects system at higher frequencies. Beside that an extreme value based modeling is constructed to predict bounds of natural frequencies of the composite plate. The natural frequency of the plate is verified using empirical formulations.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey, TÜBİTAK for the Project 112M836.



---

## REFERENCES

1. Evans, M. and Swartz, T., (2000). "Approximating Integrals via Monte-Carlo and Deterministic Methods", Oxford University Press New York, United States.
2. Hohenbichler, M. and Rackwitz, R., (1988). "Improvement of second-order reliability estimates by importance sampling", *Journal of Engineering Mechanics* 114: 2195-2199.
3. Lewis, E.E. and Böhm, F., (1984). "Monte Carlo simulation of markov unreliability methods", *Nuclear Engineering and Design* 77: 49-62.
4. Seçgin, A., Dunne, J.F., and Zoghaib, L., (2010). "Transfrequency FRF bounding of uncertain plate structures using extreme value theory and discrete singular convolution", *Proceedings of the Fourth European Conference on Computational Mechanics, Paris, May 16-21*.
5. Seçgin, A., Dunne, J.F., and Zoghaib, L., (2010). "High frequency FRF bound prediction for uncertain symmetrically-laminated composite plates", *Proceedings of the International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics, Leuven, September 20-22*.
6. Seçgin, A., Dunne, J.F., and Zoghaib, L., (2010). "Extreme-value-based statistical bounding of low mid and high frequency responses of a forced plate with random boundary conditions", *ASME Journal of Vibration and Acoustics*, 134(2) (2012), 021003 1-12.
7. Dunne, L.W. and Dunne, J.F., (2009). "An FRF bounding method for randomly uncertain structures with or without coupling to an acoustic cavity", *Journal of Sound and Vibration*, 322, 98-134.
8. He, J. and Fu, Z.F. (2001). "Modal Analysis", Butterworth Heinemann, Oxford.
9. Whitney, J.M., (1987). "Structural Analysis of Laminated Anisotropic Plates", Technomic Publishing Company Inc., Pennsylvania.
10. Hasofer, A.M., (1996). "Non-parametric estimation of failure probabilities. in: F Casciati, JB Roberts (Eds.). *Mathematical Models for Structural Reliability Analysis*", *Mathematical Modelling Series*, CRC Press. Boca Raton (Chapter4).
11. S. Coles, S., (2001). "An introduction to statistical modelling of Extreme-Values", Springer-Verlag London.



**Cevdet Emin Ekinci**  
**Muhammed Başaran**

Firat University, Elazığ-Turkey  
cevdeteminckinci@hotmail.com; mb@hotmail.com

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A4PB>

## HAVA BOŞLUKLU BETONLARIN FİZİKSEL VE BASINÇ DAYANIM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

### ÖZ

Bu çalışmada, özel hava boşluklu betonların basınç dayanım gelişimi deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Betonlarda hava boşlukları oluşturmak üzere EPS, plastik ve masa tenisi (pingpong) topları kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ve basınç dayanım gelişiminin nasıl değiştiğini deneysel olarak belirleyebilmek için üç farklı beton türü üretilmiştir. Bunlar, sırasıyla, plastik oyun toplu S/Ç oranının 0.50 olduğu 300 kg/m<sup>3</sup> çimento dozajlı normal betonlar; pingpong toplu S/Ç oranının 0.75 olduğu dozajın 400 kg/m<sup>3</sup> çimento dozajlı normal betonlar ve EPS katkılı S/Ç oranının 0.75 olduğu 300 kg/m<sup>3</sup> çimento dozajlı hafif betonlar üretilmiştir. Deney sonuçlarına göre EPS, plastik ve pingpong toplu betonların ağırlıklarında önemli azalma meydana gelirken basınç dayanımı gelişimi açısından pingpong toplu betonların daha kararlı basınç dayanım gelişimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, Hafif Beton, Hava Boşluklu Beton, Basınç Dayanımı, Betonun Mekanik Özelliği

## EXAMINING PHYSICAL AND COMPRESSIVE STRENGTH PROPERTIES OF AIR SPACED CONCRETE

### ABSTRACT

In this study the aim is to experimentally examine the compressive strength development of special air spaced concrete. In order to create air space in concrete, EPS, plastic and table tennis balls (Ping-Pong) were used. In line with this aim, three different types of concrete were produced in order to experimentally determine how compressive strength development changes. These were respectively 300 kg/m<sup>3</sup> normal concrete with cement dosage and with plastic game ball in which W/C ratio is 0.5, 400 kg/m<sup>3</sup> normal concrete with cement dosage and with table tennis ball in which water/cement ratio is 0.75 and 300 kg/m<sup>3</sup> lightweight concrete with cement dosage and EPS additive in which W/C ratio is 0.75. According to experiment results while significant weight decrease was observed in concrete with EPS, plastic and table tennis ball while it was observed that concrete with table tennis ball demonstrated a more stable pressure resistance development.

**Keywords:** Concrete, Lightweight Concrete, Air Spaced Concrete, Compressive Strength, Mechanical Properties of Concrete

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Beton, inşaat mahallinde veya beton santrallerinde değişik oranlarda çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşarak sertleşerek mukavemet kazanarak zamanla yapay bir taşa dönüşen bir yapı malzemesidir [1, 2, 3, 7 ve 8].

Betonlarda beklenen üç ana nitelik vardır. Beton hangi amaç için üretilirse üretilsin kesinlikle "dayanım (mukavemet)", "işlenebilirlik" ve "dış etkilere dayanıklılık" niteliklerine sahip olmalıdır [4, 5, 6 ve 9].

Nitelikli bir beton; taze haldeyken kolay taşınabilmeli, yerleştirilebilmeli, sıkıştırılabilmeli ve bu işlemler sonrasında ayrılmamalıdır. Sertleşmiş halde ise betonun mekanik mukavemeti yeterince yüksek ve dayanıklı olmalıdır. Yani hava etkisine, kimyasal etkilere ve aşınma etkisine karşı dayanmalıdır.

Beton uzun yıllardan beri ülkemizde ve dünyada en önemli yapı malzemesi olma özelliğini korumaktadır. Kaliteli beton üretiminde karışıma giren malzemenin nicelik ve nitelikleri oldukça önemlidir. Bu nedenle betonun temel özelliklerini üç ana başlık altında toplanıp değerlendirilmelidir. Kısa adı DİD olan bu özellikler "Dayanım", "İşlenebilirlik" ve "Dayanıklılık" tır.

Burada, "Dayanım" betonun basınç dayanımı ve mekanik davranışları; "İşlenebilirlik" taze beton özellikleri ve "Dayanıklılık" ise dış ortam etkilerine karşı (biyolojik, atmosferik, kimyasal veya fiziksel etkiler) dayanıklılık davranışları söz konusudur. Genel bir kanaat olarak, dayanım özellikleri (özellikle basınç dayanımı) iyi olan bir betonun diğer özellikleri de iyi sayılır. Betonun en önemli mekanik davranış özelliği basınç dayanımıdır. Bunun nedeni; beton gevrek bir malzemedir. Basit mukavemet değerleri arasında en yüksek olanı basınç, en düşük olanı çekmedir. Betonun basınç dayanımı, diğer beton nitelikleriyle paralellik gösterir. Yüksek basınç dayanımlı bir beton doludur, serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır ve aşınmaz [1 ve 12].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Betonun fiziksel ve mekanik özellikleri bazı yöntemlerle değiştirilerek uygulamada kullanılan çeşitli betonlar vardır. Boşluklu betonlarla ilgili çalışma sayısı çok azdır. Bu çalışma bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutması tutacaktır. Bu çalışmada, pingpong ve plastik oyun topları ile oluşturulan hava boşluklu betonların 28 gün  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de su kuru uygulanması sonucu basınç dayanımlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu bağlamda betonun birim hacim ağırlığının azaltılmasının mekanik özelliğine olan etkisi deneysel olarak araştırılmıştır.

## 3. DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER (MATERIALS USED IN THE EXPERIMENTS)

Hava boşluklu betonların üretiminde kullanılan malzeme, bazı teknik özellikleri ve deneysel metot aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- **Agrega:** Deneylerde Elazığ Birlik Beton A.Ş. tesislerinde üretilen hazır beton agregaları kullanılmıştır. Agregası tipi olarak da Kırmı Taş-1 ( $2.64 \text{ kg/dm}^3$ ), Kırmı Taş-2 ( $2.7 \text{ kg/dm}^3$ ) ve Kırmı Taş-3 ( $2.7 \text{ kg/dm}^3$ ) kullanılmıştır.
- **Çimento:** Çimento olarak Elazığ CEM-1 çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

- **Karma Suyu:** Karma su olarak Elazığ şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Suyun pH değeri 6.5-6.8 arasında değişmektedir.
- **Kimyasal Katkı:** Kimyasal katkı olarak yoğunluğu 1.08 gr/cm<sup>3</sup>, pH'ı 5.23 olan İDEA Yapı Kimyasalları Ltd.Şti'den bibedel olarak temin edilen malzeme kullanılmıştır. Söz onuşu kimyasalların serbest piyasadaki genel Hiperakışkanlaştırıcı GANTE 525'dir.
- **Plastik ve Pingpong Toplar:** Toplar taze beton kalıplarına elle ve simetri mantığına göre yerleştirilmiştir. Plastik toplar Pilsan Firması tarafından üretilen (Code: 06-416) her bir topun ağırlığı 4.7 gr ve 60 mm çapında olan PVC oyun havuzu topları kullanılmıştır (Pilsan Plastik ve Oyuncak A.Ş.). Masa tenisi (Pingpong) topları ise serbest piyasada satılan standart masa tenisi topları kullanılmıştır.
- **EPS:** EPS olarak MegaBoard firması tarafından üretilen ve serbest piyasada dökme EPS olarak bilinen 2-3 mm çaplı malzeme kullanılmıştır. Kullanımda hacim sabitliği esas alınmıştır. Yani beton hacminin 1/3 veya 2/3 şeklinde bir oran tercih edilmiştir.
- **Karışım Oran ve Hesapları:** Deneysel çalışma programında hedeflenen betonların karışım oran ve malzeme miktarları Tablo 2'de verilmiştir.
- **Basınç Test Cihazı:** Üretilen betonların basınç dayanımları F.Ü. Teknoloji Fak. İnşaat Müh. Bölümü Beton Laboratuvarı'nda kurulu, gerilme esasına göre çalışan, yükleme hızı ve beton boyutu ayarlanabilen ELE marka test cihazı kullanılmıştır.

Tablo 1. Çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri  
(Table 1. Physical and chemical properties of cement)

Kimyasal Özellikler		Fiziksel Özellikler	
SiO <sub>2</sub>	18.55	90µ	0.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.25	32µ	14.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.42	Blaine İnceliği	4047
CaO	63.16	Priz Başlangıcı (Dak.)	195
MgO	1.78	Priz Sonu (Dak.)	285
SO <sub>3</sub>	2.5	Özgül Ağırlık	3,16
Na <sub>2</sub> O	0.36	Yoğunluk	1055
K <sub>2</sub> O	0.80	HG	1
Kızdırma Kaybı	3.14	Mekanik Özellikleri	
Çözünmez Kalıntı	0.03	2. Gün	27.6
Kalker	4	7. Gün	44.2
Tayin Edilemeyen	1.04	28. Gün	54.8
Cl <sup>-</sup>	0.006	Su Emme (%)	28.2

Tablo 2. Beton karışım oran ve hesapları  
(Table 2. Concrete mixture ratios and calculations)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Agr. (I)	Agr. (II)	Agr. (III)	Çim.	Su	Kim. Katkı	EPS (m <sup>3</sup> )	Toplam (kg)
Plastik Oyun Toplu Normal Beton (D300, S/Ç:0.50)	K-POT-15	10x10	1148	783		300	150	0.360	-	2381.36
	POT-3	15x15	1148	783		300	150	0.360	-	2381.36
	POT-4	15x15	1148	783		300	150	0.360	-	2381.36
	POT-5	15x15	1148	783		300	150	0.360	-	2381.36
	POT-6	15x15	1148	783		300	150	0.360	-	2381.36
Pingpong Toplu Normal Beton (D400, S/Ç:0.75)	K-PPT-15	15x15	860	586		400	300	0.480	-	2146.48
	PPT-4	15x15	860	586		400	300	0.480	-	2146.48
	PPT-6	15x15	860	586		400	300	0.480	-	2146.48
	PPT-8	15x15	860	586		400	300	0.480	-	2146.48
	PPT-10	15x15	860	586		400	300	0.480	-	2146.48
Plastik Oyun Toplu Hafif Beton (D300, S/Ç:0.75)	K-EPS	10x10	858	351	527	300	225	0.360	0	2261.36
	1/3EPS	10x10	572	234	351	300	225	0.360	0.333	1682.36
	2/3EPS	10x10	286	117	176	300	225	0.360	0.666	1104.36



Resim 2. Taze betonun içine topların yerleştirilmesi  
(Figure 2. The placing balls into fresh concrete)

### 3. DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ (EXPERIMENTAL RESULTS AND EVALUATION)

Taze betonun yerleştirilmesi sırasında hesaplanan birim hacim ağırlıklar Tablo 3'te, kür havuzundan çıkarılan betonların suya doymun ağırlıkları Tablo 4, 5 ve 6'da ve laboratuvar ortamında bekletilen hava kuru betonların kuru ağırlıkları Tablo 7, 8 ve 9'da verilmiştir. Basınç dayanım gelişiminde üç ana beton tipi üretilmiştir. Burada betonlarda oyun toplarında dozaj  $300 \text{ kg/m}^3$  çimentolu ve S/Ç oranının da 0.50 ve dozajın  $400 \text{ kg/m}^3$  olduğu ve S/Ç oranının da 0.75 olduğu 15 cm'lik küp numuneler üretilmiştir. Ayrıca dozajın  $300 \text{ kg/m}^3$  ve S/Ç oranında 0.75 olduğu 1/3 EPS katkılı 15 cm'lik küp betonlar üretilmiştir. Basınç dayanımlarıyla ilgili elde edilen veriler Tablo 10, 11 ve 12'de verilmiştir.

Tablo 3. Taze beton tipleri ve birim hacim ağırlıkları  
(Table 3. Fresh concrete types and unit weights)

Beton Tipi	Betonlar	Birim Hacim Ağırlıklar ( $\text{gr/cm}^3$ )
Plastik Oyun Toplu Normal Beton (D300, S/Ç:0.50)	K-POT	2.40
Pingpong Toplu Normal Beton (D400, S/Ç:0.75)	K-PPT	2.38
Oyun Toplu Hafif Beton (D300, S/Ç:0.75)	K-EPS	2.39

Tablo 4. Plastik oyun toplu normal betonların suya doymun ağırlıkları  
(Table 4. Water saturated weights of normal concretes containing  
plastic game balls)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Suya Doymun Ağırlığındaki Değişim (gr)
Plastik Oyun Toplu Normal Beton (D300, S/Ç:0.50)	K-POT	15x15	7288	0
	POT-3	15x15	7073	215
	POT-4	15x15	7038	250
	POT-5	15x15	6625	663
	POT-6	15x15	6459	829

Tablo 5. Pingpong toplu normal betonların suya doygun ağırlıkları  
(Table 5. Water saturated weights of normal concretes containing ping-pong balls)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Suya Doygun Ağırlığındaki Değişim (gr)
Pingpong Toplu Normal Beton (D400, S/Ç:0.75)	K-PPT	15x15	7998	0
	PPT-4	15x15	7567	431
	PPT-6	15x15	7498	500
	PPT-8	15x15	7347	651
	PPT-10	15x15	7239	759
	PPT-12	15x15	7082	916

Tablo 6. Plastik oyun topu ve EPS katkılı hafif betonların suya doygun ağırlıkları  
(Table 6. Water saturated weights of lightweight concrete containing plastic game balls and EPS)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Suya Doygun Ağırlığındaki Değişim (gr)
Plastik Oyun Toplu ve EPS Katkılı Hafif Beton (D300, S/Ç:0.75)	K-EPS	10x10	2359	0
	1/3EPS	10x10	1640	719
	2/3EPS	10x10	740	1619

Tablo 7. Plastik oyun toplu normal betonların kuru ağırlıkları  
(Table 7. Dry weights of normal concretes containing plastic game balls)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Ağırlık Azalması (gr)
Plastik Oyun Toplu Normal Beton (D300, S/Ç:0.50)	-POT	15x15	7190	0
	POT-3	15x15	6974	216
	POT-4	15x15	6950	240
	POT-5	15x15	6525	665
	POT-6	15x15	6368	822

Tablo 8. Pingpong toplu normal betonların kuru ağırlıkları  
(Table 8. Dry weights of normal concretes containing ping-pong balls)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Ağırlık Azalması (gr)
Pingpong Toplu Normal Beton (D400, S/Ç:0.75)	K-PPT	15x15	7905	0
	PPT-4	15x15	7469	436
	PPT-6	15x15	7398	507
	PPT-8	15x15	7251	654
	PPT-10	15x15	7146	759
	PPT-12	15x15	6991	914

Tablo 9. Plastik oyun toplu ve EPS katkılı hafif betonların kuru ağırlıkları  
(Table 9. Dry weights of lightweight concretes containing plastic game balls and EPS)

Beton Tipi	Betonlar	Boyut	Ağırlık (gr)	Kontrol Betonuna Kıyasla Ağırlık Azalması (gr)
Plastik Oyun Toplu ve EPS Katkılı Hafif Beton (D300, S/Ç:0.75)	K-EPS	10x10	2303	0
	1/3EPS	10x10	1598	705
	2/3EPS	10x10	648	1655

Tablo 10. Plastik oyun toplu normal betonların basınç dayanımı sonuçları

(Table 10. Compressive strength results of normal concretes containing plastic game balls)

Beton Tipi	Betonlar	Basınç Dayanımı (MPa)	Kontrol Betonuna Kıyasla Basınç Dayanımındaki Değişim (MPa)
Plastik Oyun Toplu Normal Beton (D300, S/Ç:0.50)	K-POT	46,24	0
	POT-3	56,13	+9,89
	POT-4	61,65	+15,41
	POT-5	48,31	+2,07
	POT-6	48,25	+2,01

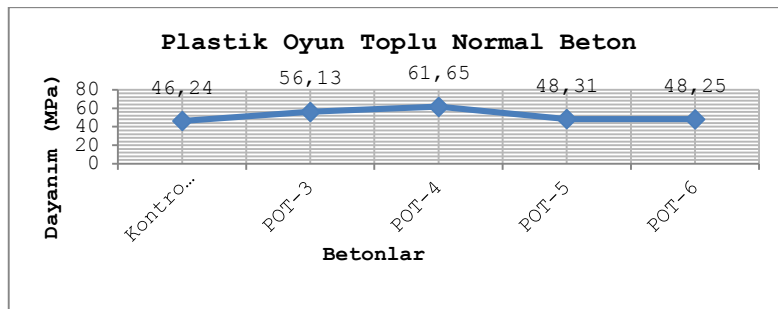
Tablo 11. Pingpong toplu normal betonların basınç dayanımı sonuçları  
(Table 11. Compressive strength results of normal concretes containing ping-pong balls)

Beton Tipi	Betonlar	Basınç Dayanımı (MPa)	Kontrol Betonuna Kıyasla Basınç Dayanımındaki Değişim (MPa)
Pingpong Toplu Normal Beton (D400,S/Ç:0.75)	K-PPT	87,63	0
	PPT-4	65,65	-21,98
	PPT-6	66,23	-21,40
	PPT-8	64,29	-23,34
	PPT-10	60,81	-26,82
	PPT-12	58,24	-29,39

Tablo 12. Plastik oyun toplu ve EPS katkıli hafif betonların basınç dayanımı sonuçları

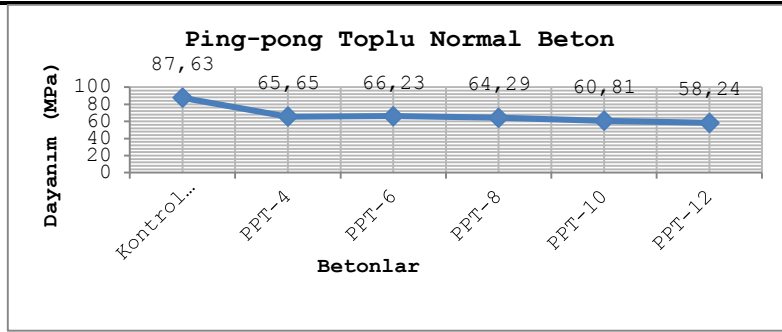
(Table 12. Compressive strength results of lightweight concretes containing plastic game balls and EPS)

Beton Tipi	Betonlar	Basınç Dayanımı (MPa)	Kontrol Betonuna Kıyasla Basınç Dayanımındaki Değişim (MPa)
Plastik Oyun Toplu ve EPS Katkıli Hafif Beton (D300,S/Ç:0.75)	K-EPS	26,67	0
	1/3EPS	12,46	-14,21
	2/3EPS	0,31	-26,06

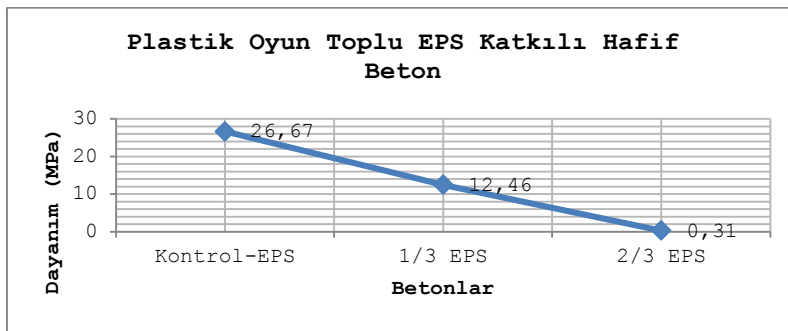


Grafik 1. Plastik oyun toplu normal betonların basınç dayanım grafiği  
(Graph 1. The graph of normal compressive strength of normal concretes containing plastic game balls)





Grafik 2. Pingpong toplu normal betonların basınç dayanım grafiği  
(Graph 2. The graph of normal compressive strength of normal concretes containing ping-pong balls)



Grafik 3. Plastik oyun toplu ve EPS katkıli hafif betonların basınç dayanım grafiği  
(Graph 3. The graph of compressive strength of lightweight concretes containing ping-pong balls and EPS)

Beton numunelerinin tek eksenli gerilme altındaki deney sonucunda oluşan kırılma ve topların şekil ve konumları Resim 3'de topluca gösterilmiştir.



Resim 3. Basınç dayanım deneyi sonrası betonların genel görünümü  
(Photo 3. General overview of the concretes after compressive strength test)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmada, hava boşluklu betonların fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel olarak incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre;

- Tablo 4, 5 ve 6'dan de görüleceği üzere betonların içine plastik oyun topu ve pingpong toplarla hava sıkıştırılması durumunda betonların birim ağırlıklarında önemli azalma meydana gelmektedir.
- Tablo 7, 8 ve 9'dan da görüleceği üzere kontrol betonuna kıyasla 3 ve 4 adet plastik oyun toplu betonlarda basınç dayanımını artırdığı gözlemlenirken 5 ve 6 adet toplu betonlarda basınç dayanım değerlerinde azalma meydana gelmektedir.
- Tablo 10 ve 11'den de görüleceği üzere dozaj miktarının artırılarak ve plastik oyun topları yerine pingpong toplarının kullanılması durumunda basınç dayanımı yükselmektedir. Bu yükseliş top miktarının artırıldıkça hissedilir azalma olmaktadır.
- Tablo 10 ve 11'de görülen pingpong ve plastik oyun toplu betonlar kıyaslanacak olursa plastik oyun toplarının dayanım arttırırken pingpong toplarının ise önemli derecede düşürdüğü görülmektedir. Bunun sebebi, plastik oyun toplarının üzerine gelen yükü sönmüleyebilmesiyle açıklanabilir.
- Tablo 12'den de görüleceği üzere beton ağırlıklarının azaltılması ve özel boşlukların oluşturulmasında EPS kullanımında manidar basınç dayanım gelişimi meydana gelmemiştir.

Bu çalışmada, özel hava boşluklu betonların fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel olarak incelenmesi amacıyla yapılan çalışma ışığında aşağıdaki öneriler ileri sürülebilir. Buna göre;

- Topların betonlara yerleştirilmesi esnasında çok dikkatli olunmalı ve toplar betona yerleştirilirken simetrik olmasına ve betonun dış yüzeyine belli mesafeler bırakılmasına özen gösterilmelidir.
- Betonlarda kullanılacak topların sert ve kırılğan olması yerine üzerine gelen yükü patlamadan karşılayabilen yumuşak topların kullanılması dayanımda iyi sonuçların bulunmasına yardımcı olabilir.
- Yüzeyi pürüzlü top çeşitleri kullanılarak betonda aderans etkisiyle daha yüksek dayanım değerleri bulunabilir.
- S/Ç oranı düşük tutularak hem dayanımda yüksek bir değer elde edilebilir hem de topların yerleştirilmesi esnasında şişleme ve vibrasyon gibi oluşabilecek zorluklar kolaylaştırılabilir.
- Topların beton içerisindeki pozisyonlarını bozulmaması için aşırı vibrasyon ve/veya şişleme yapılmamalıdır.
- Betonlar daha yüksek basınç dayanımı için top çaplarının küçültülmesi ve sayısının da artırılması tercih edilebilir.
- Plastik oyun toplu betonlarda dozaj miktarı arttırılarak daha iyi basınç dayanımları elde edilebilir.
- EPS kullanımında Su/Çimento oranını düşürerek betonun yerleştirilmesi sırasında oluşan segregasyon azaltılabilir ve daha düzgün betonlar elde edilebilir.
- Betonların içyapı bütünlüğü sağlamak amacıyla değişik liflerle ve farklı içerikte denemeler incelenebilir.



---

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2005). Betonarme Yapılar (4. Baskı). İstanbul: Beta Dağıtım.
2. Doğangün, A., (2014). Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı. İstanbul: Birsen Yayınevi.
3. Ekinci, C.E., (1995). Antalya Etibank Ferrokrom Fabrikası Silis Dumanlarının Çimento ve Betonda Katkı Maddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Elazığ: F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
4. Ekinci, C.E, Borda Kitap: Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı. Ankara: Data Yayınları, 2008.
5. Ekinci C.E. and Keleşoğlu, Ö., (2014). A Study on Occupancy and Compressive Strength of Concrete with Produced Injection Method. Advances in Materials Science and Engineering". Volume: 2014, Article ID 241613, 8. DOI:dx.doi.org/10.1155/2014/241613.
6. Erdoğan, T.Y., (2003). Beton, Ankara: ODTÜ (In Turkish) 2003.
7. Esen, Y. and Yilmazer B., (2010). Investigation of Some Physical and Mechanical Properties of Concrete Produced with Barite Aggregate. Scientific Research and Essays. Vol:5(24) pp:3826-3833, 2010.
8. Esen, Y., (2010). The Effect of Cure Conditions and Temperature Changes on the Compressive Strength of Normal and Fly Ash Added Concretes. International Journal of the Physical Sciences Vol.5(17), pp:2598-2604.
9. Gambhir, M.L., (1996). Concrete Technology. TataMcGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi. ISBN:0074621211.
10. Neville, A.M., (1977). Properties of Concrete. Great Britanian at ThePitmanPress, Bath. ISBN: 0273361503.
11. Siregar, R.A., Daimaruya, M., Kobayashi, H., and Ishihata, Y., (2002). Strain Rate Sensivity in Impact Strength of Concrete Materials. JST, Zairyo no Shogeki Mondai Shinpojiumu Koen Ronbunshu. Vol.:7, pp: 169-172.
12. Siddique, R., (2010). Fracture Toughness and Impact Strength of High-Volume Class-F Fly Ash Concrete Reinforced with Natural San Fibres. [http://lejpt.academicdirect.org/A12/025\\_036.htm](http://lejpt.academicdirect.org/A12/025_036.htm) (02/02/2010).



**Nevin Çankaya**

Uşak University, Nevin.cankaya@usak.edu.tr, Uşak-Turkey

**Nevin Turan**

Muş Alparslan University, nevintrn@hotmail.com, Muş-Turkey

**Özlem Sökmen**

Uşak University, ozlemsokmen27@gmail.com, Uşak-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A11PB>

**SCHIFF BAZI BİYOPOLİMERLERİ**

**ÖZET**

Biyopolimerler, biyolojik ortamdaki makro moleküllerin benzeri olduğundan, canlı vücuduyla temas ettiklerinde zehir etkisi, iltihaplanma gibi istenmeyen reaksiyonlar vermediklerinden biyomalzeme alanında kullanılmaktadır. Kitosan ve selüloz doğada en çok bulunan biyopolimerlerdendir. İyi bir azot donör ligandı olan Schiff bazları, metal iyonları ile kararlı kompleks oluştururlar. Bu komplekslerin çevre kimyasında, biyokimyada, ilaç ve boya sanayisinde, çok geniş bir kullanım alanı vardır. Bu çalışmada, çevre dostu olan kitosan ve selüloz biyopolimerlerinin Schiff baz polimerleri ve metal kompleksleri farklı spektroskopik yöntemlerle karakterize edilmiş ve bu Schiff baz biyopolimerlerinin hedeflenen uygulama alanlarına yönelik özellikleri incelenmiş, ayrıntılarıyla bilgi verilmiş ve şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Schiff Baz Biyopolimerleri, Bionanokompozit, Kitosan, Selüloz, Metal Kompleksler

**SCHIFF BASE BIOPOLYMERS**

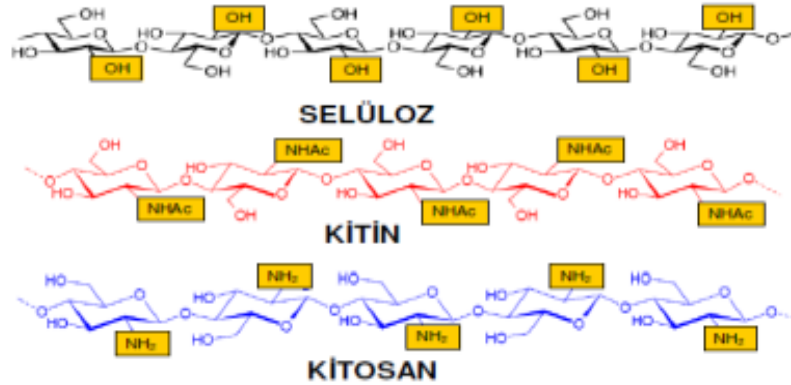
**ABSTRACT**

Biopolymers are used in biomaterials since they are similar to biological macromolecules, not poisonous, and do not cause inflammation. Chitosan and cellulose are the most abundant polymers in nature. Schiff bases, which are good nitrogen donor ligands, (C=N-), form steady complexes with metal ions. These complexes are widely utilized in environmental chemistry, biochemistry, and drug and dye industries. This study characterizes Schiff base polymers and metal complexes of biodegradable, non-toxic, edible, environment-friendly chitosan and cellulose biopolymers obtained from natural sources by spectroscopy and other characterization methods; investigates properties of these Schiff base polymers according to targeted applications, providing detailed information; and analyzes existing studies.

**Keywords:** Schiff Bases Biopolymers, Bionanocomposites, Chitosan, Cellulose, Metal Complexes

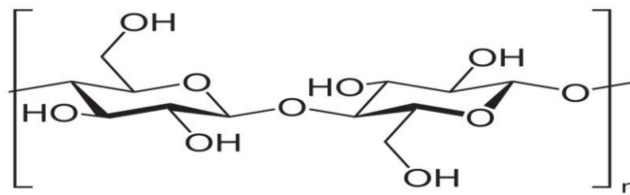
## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Selüloz, nişasta, kitin, jelatin, kollajen, doğal kauçuk vb. doğal polimerler, sentetik polimerlerde olduğu gibi basit, tekrarlanan birimler içerirler. Doğal polimerlerin bazıları ise farklı yapıda değişik birimlerin bir araya gelmesiyle oluşur ve *biyopolimerler* olarak adlandırılırlar [1]. Biyopolimerler, medikal uygulamalarda çok iyi uyumluluk göstermektedir. Doğada en fazla bulunan doğal biyopolimerden birisi de kitosandır. Kitosan, bir çeşit polisakkarit olup kitinin deasetillenmesinden elde edilebileceği gibi kabuklu canlıların kabuklarından da ekstraksiyon yöntemiyle elde edilebilir [2]. Kitosan; kozmetik, ilaç salınımı, yara iyileştirme, implantasyon, atıksu arıtımı, tarım, gıda, kağıt endüstrisi ve gen terapi uygulamalarında yoğun olarak kullanılır. Kitosan nano parçacıkları (KNP) ise antibakteriyel, antimikrobiyal ve antifungal etkilere sahiptir. Midede ilaç tahrişini önleyen ya da azaltan asit giderici ve antiülser etkileri de vardır [3].



Şekil 1. Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapıları  
(Figure 1. Chemical structure of cellulose, chitin and chitosan)

Selüloz sert, fibröz ve suda çözülmeyen doğada en çok bulunan biyopolimerlerdendir. Odunun büyük kısmını, bitkilerde ise özellikle sap, dal ve bitkinin tüm odunsu kısımlarında bulunurken, pamukta ise saf selüloz halde bulunur. Selüloz molekülü doğrusal ve dallanmamış olup, 10000-15000 D-glukoz birimi içerir. Glukoz,  $\beta$  konfigürasyonundadır. Selülozun yapısında glukozlar  $\beta(1-4)$  glukozidik bağla bağlıdır. En kararlı olduğu yapı sandalye konformasyonudur ve büyük sübstitüyetler ekvatoryal pozisyonunda yer alır [4]. Selüloz, türevlerine dönüşürken hidroksil grupları reaksiyona girer. Böylelikle inorganik ve organik asitlerle esterleri, bazı alkollerle eterleri, bazılar ile alkolatları ve asitlerle oksidasyon ürünlerini oluştururlar. Ayrıca halojenürler, aminler ve bazı komplekslerle de reaksiyona verirler [5].



Şekil 2. Selülozun yapısı  
(Figure 2. Structure of cellulose)

Polimerler; hafif, ucuz, mekanik özellikleri çoğu kez yeterli, kolay şekillendirilebilen, değişik amaçlarda kullanıma uygun, dekoratif, kimyasal açıdan inert ve korozyona uğramayan maddelerdir. Schiff bazı polimerleri ya da poliimin olarak bilinen poliazometinler, Adams ve Bullock (1923) tarafından ilk kez sentezlenmiş ve bununla birlikte tamamen yeni bir polimer sınıfı ortaya çıkmıştır. Elde edilen polimerlerin çoğu organik çözücülerde çözünmemesi, yapılarının sert olması nedeniyle 350 °C altında da erimezler. Bu moleküllerin yapılarındaki konjugasyon ve çok sayıdaki aromatik heterosiklik halka nedeniyle termal dayanımı ve iletkenliği oldukça yüksektir. Şu anda bu tarz polimerler ve onların türevleri ferromanyetik materyallerde, kondüktörlerde, yeni kompozit ve fotoelektronik maddelerde, manyetik rezonans görüntüleme potansiyel parlaklık ayarlayıcı olarak kullanılmaktadır [6]. Serbest Schiff bazı ligandları ve onların metal kompleksleri bakterilerin, mantarların ve mayaların biyolojik aktivitelerini engelleyici özelliklere sahiptir. Schiff bazlarının metal kompleksleri, ligandlarına göre bu engellemeyi daha etkin olarak yapmaktadır [7].

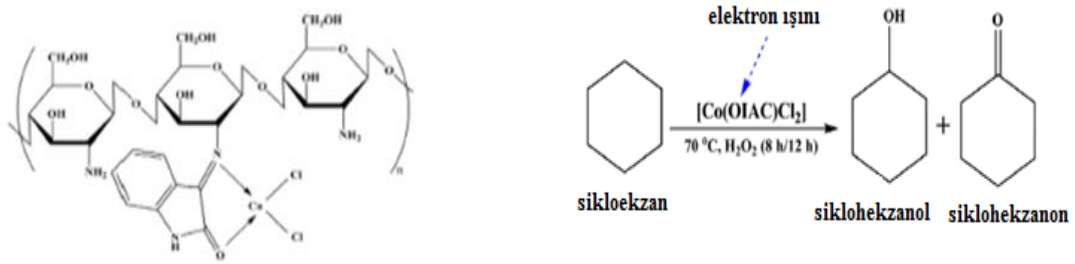
## **2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)**

Bu çalışma, çevre dostu olan kitosan ve selüloz biyopolimerlerinin Schiff baz biyopolimerleri ve metal kompleksleri ile yapılmış bileşiklerin sentezi ile spektroskopik ve diğer karakterizasyon yöntemleriyle aydınlatılmış çalışmalarını içermektedir. Ayrıca, bu Schiff baz biyopolimerlerinin hedeflenen uygulama alanlarına yönelik özellikleri ile ilgili bilgiler de içermektedir. Schiffbaz içerikli biyopolimerlerin çeşitli polimerik komplekslerin eldesi ile hem çevre hem de ekonomik açıdan kazanç sağlanmış olacağı ve farklı çalışma alanlarında uygulanabileceği görülmektedir.

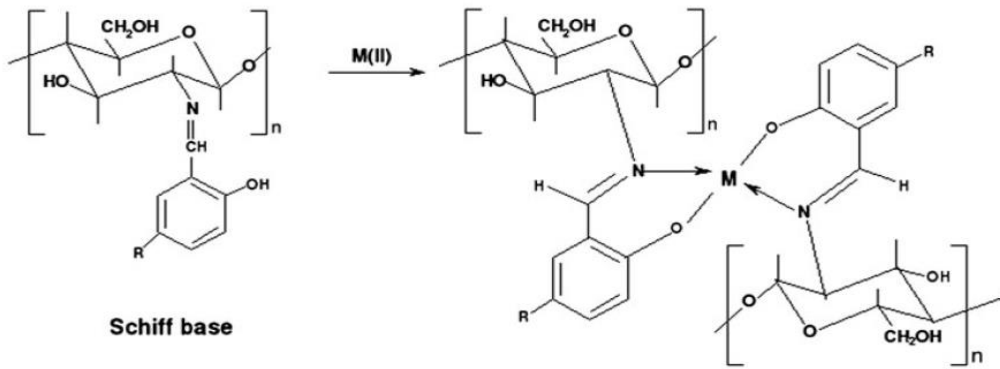
## **3. KİTOSAN İLE SELÜLOZ SCHIFF BAZ BİYOPOLİMERLERİ VE METAL KOMPLEKSLERİNİN LİTERATÜR TARAMASI (THE SCANNING OF CHITOSAN AND CELLULOSE SCHIFF BASE BIOPOLYMERS AND ITS METAL COMPLEXES)**

Kitosan, doğada bol bulunan ve biyobozunur özelliğe sahip olduğundan çevre için önemlidir. Bu yüzden uygun kitosanın modifiye edilmesiyle farklı Schiff bazları elde edilerek çevre ve endüstri için uygun katalizörler sentezlenebilir [8]. Antony ve arkadaşları 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada, kitosan Schiff baz polimerinin Co metali içeren anorganik polimeri sentezlemişlerdir. Kompleksin yapısı DTG ve FT-IR ile karakterize edilerek, sikloheksanın katalitik oksidasyonunda katalizör olarak sentezlenmiş olan Schiff baz biyopolimeri kullanılmıştır. Katalitik aktivite sonuçları için elektron mikroskopundan faydalanılmıştır [9].

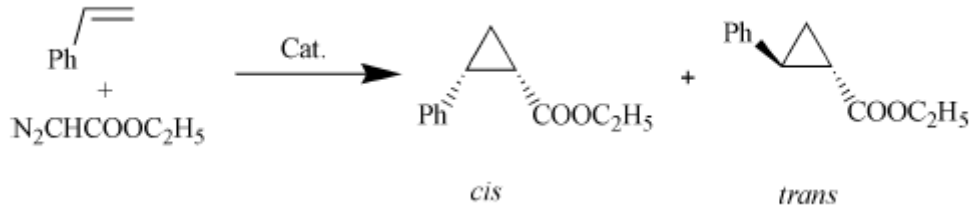
Caro ve arkadaşları 2014 yılında brom, klor, metoksi, 5-nitro, 5-metil gibi farklı gruplar içeren kitosan Schiff baz biyopolimerlerinin Co, Cu, Fe komplekslerini sentezlemişlerdir. Ayrıca Kitosan Schiff bazı biyopolimerlerinin redoks reaksiyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir [10]. Kitosan Schiff bazı biyopolimerlerinin (Şekil 4) yapısı FT-IR, UV-VIS, Elementel Analiz, siklikvoltometri (CV) ile tespit edilmiştir.



Şekil 3. Kobalt içerikli kitosan Schiff baz biyopolimerleri ve katalitik etkisi  
(Figure 3. Cobalt-containing Chitosan Schiff base biopolymers and their Catalytic effects)



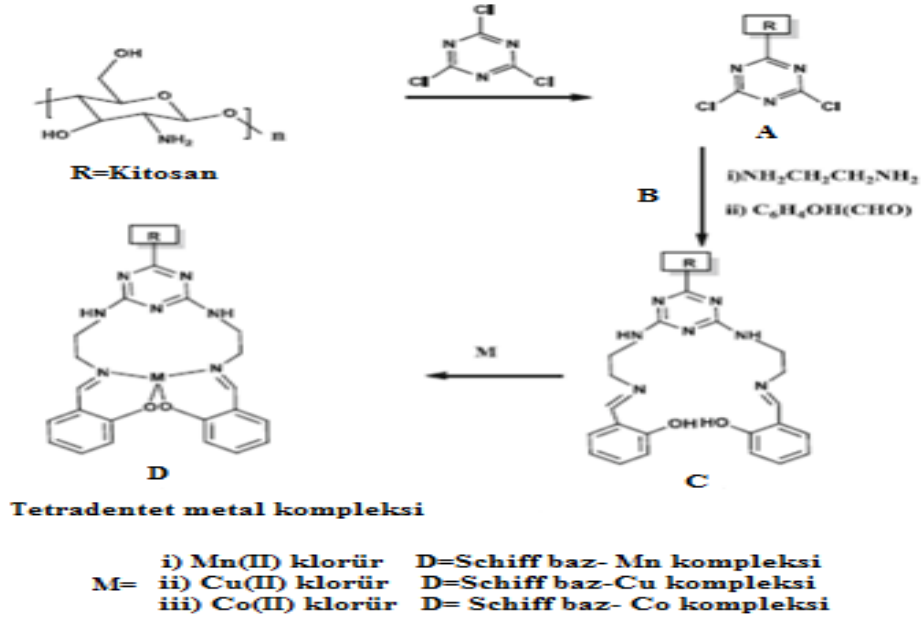
Şekil 4. Sübstütiye grubu içeren Schiff bazının metal kompleksleri (M:Co, Cu, Fe)  
(Figure 4. Schiff base metal complexes containing substituent (M:Co, Cu, Fe))



Şekil 5. Stireninsikloproponasyonu  
(Figure 5. The cyclopropanation of styrene)

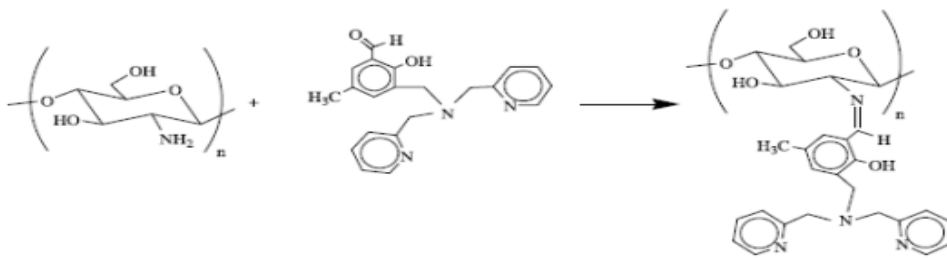
Salisilaldehit geçiş metalleri için ligand olarak kullanılmak üzere kitosana bağlanabilir ve Cu(II) metali N, O atomları üzerinden bağlanarak kararlı yapıda koordinasyon oluşturur. Cu(II) metali içeren Schiff baz biyopolimerlerin yapısı FT-IR, XPS (X-Ray Fotoelektron Spektrometresi), GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) ile karakterize edilmiştir. Schiff bazı biyopolimeri bütün organik çözücülerde çözünmediğinden, ortamdan kolaylıkla uzaklaştırılabilir. Beş kez kullanılmasına rağmen, kitosan-Schiff bazı Cu(II) biyopolimeri stirenin siklopropanasyonunda yine de yüksek katalitik aktivite göstermiştir. Kitosan-Schiff bazı Cu(II) biyopolimerinin stirenin siklopropanasyonunda katalizör olarak kullanılması Şekil 5'te verilmiştir [11]. Thatte ve arkadaşları 2014 yılında Kitosan içeren biyopolimer Schiff bazının Mangan, bakır ve

kobalt içeren polimerlerini (Şekil 6) sentezlemişlerdir. Sentezlenen Schiff baz biyopolimerlerin yapısını XRD, FT-IR, Elementel Analiz, SEM, TGA ile karakterize etmişler ve  $\beta$ -İsophoroneoksidasyonunda katalizör olarak kullanıldığını tespit etmişlerdir [8].



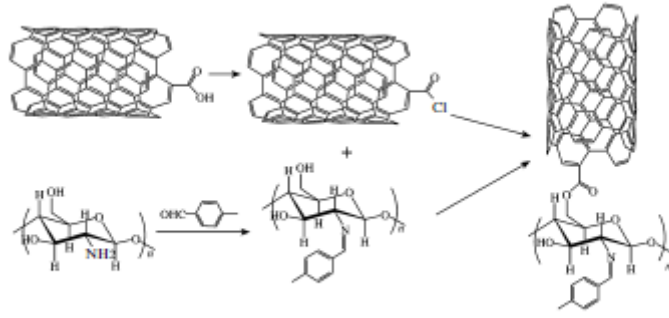
Şekil 6. Kitosan içeren Schiff bazı metal komplekslerinin sentezi  
(Figure 6. Synthesis of Schiff base metal complex containing chitosan)

Amin içeren maddeleri fonksiyonlaştırmak için en olası ve en doğru yöntem, çapraz bağlı imin ile bir aldehitin reaksiyonudur. Bu yöntem, özellikle aromatik aldehitleri bağlamak için kullanılmasının yanında, absorbans ve katalizin sentezinde ve kitosanın çözelti ve çözünürlük özelliklerinin ayarlamasında kullanılmaktadır. Şekil 7'de verilen kitosan Schiff bazı polimeri Cu(II) iyonlarının adsorpsiyonunda kullanılmak için Justi ve arkadaşları tarafından 2004 yılında sentezlenmiştir [12].



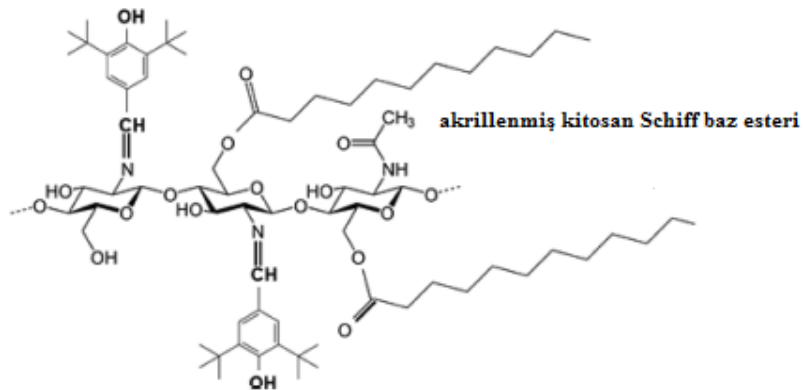
Şekil 7. Kitosan içeren çapraz bağlı Schiff bazı polimeri  
(Figure 7. Cross-linked Schiff base polymers containing chitosan)





Şekil 8. Kitosan içerikli Schiff bazı karbon nanotüplerin sentezi  
(Figure 8. Synthesis of Schiff base carbon nano tubes containing  
chitosan)

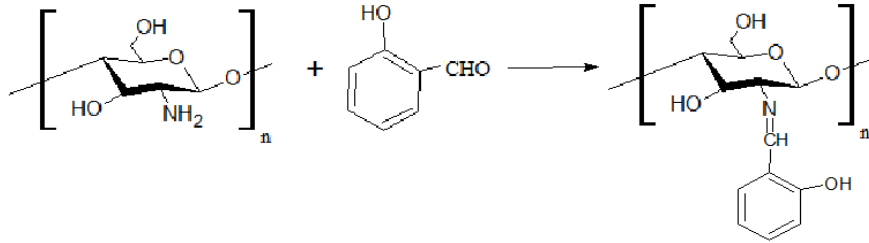
Kitosanla aşılantılmış Schiff bazı karbon nanotüplerin sentezi (Şekil 8) Moghimi tarafından 2012 yılında sentezlenmiştir. Sentezlenen bu Schiff bazı polimeri çözeltide bulunan Pb(II) iyonlarının ekstraksiyonunda kullanılmıştır [13]. Tanvir ve arkadaşlarının 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada vanilin-kitosan, salisilaldehit-kitosan, glutaraldehit-kitosan Schiff bazları sentezlenmiştir. Sentezlenmiş olan Schiff bazlarının yapıları FT-IR ve <sup>1</sup>H-NMR ile karakterize edilmiştir. Sentezlenen Schiff bazları sulu çözeltideki Fe(II) iyonlarını uzaklaştırmak için kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde sulu çözeltideki metal iyonlarını uzaklaştırmak için kitosan ve kitosan türevlerinin şelatlayıcı biyometaryal etkisinden faydalanılmıştır. Sentezlenen Schiff bazlarının sulu çözeltideki Fe(II) iyonlarını adsorplama kapasiteleri büyükten küçüğe doğru şöyledir [14]. Kitosan>vanilin-kitosan>salisilaldehit-kitosan>glutaraldehit-kitosan. Singh ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları çalışmada kitosan Schiff baz esterini (Şekil 9) iki basamakta sentezlemişler, yapısını FT-IR, Elementel Analiz, XRD ve TGA ile karakterize etmişlerdir ve ürünün antioksidan ve antikorozyon özelliklerini incelemişlerdir [15].



Şekil 9.Kitosan Schiff bazı esterleri  
(Figure 9. Ester of chitosan Schiff base)

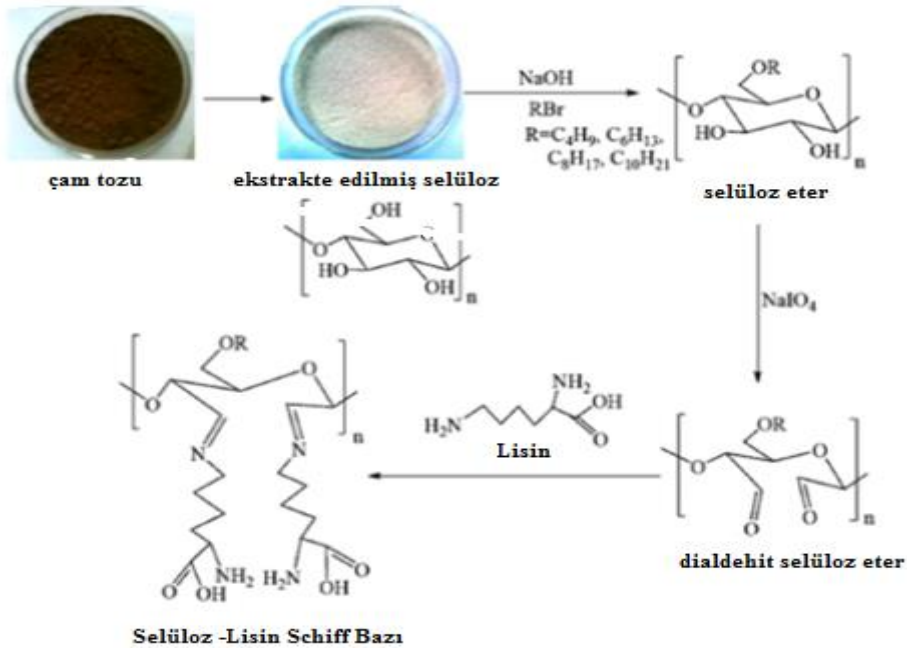
2013 yılında Mohammed ve arkadaşları karboksimetil kitosan Schiff bazını sentezlemişler aynı zamanda Sodyum siyano bor hidrür (NaCNBH<sub>3</sub>) kullanılarak karboksimetil kitosan Schiff bazlarını indirgemişlerdir. Sentezlenen Schiff bazlarının yapısı <sup>1</sup>H-NMR, FT-IR, SEM ile karakterize edilmiş ve bu Schiff bazlarının antimikrobiyal ve

antifungal özellikleri de incelenmiştir [16].2014 yılında Jayandran ve arkadaşları salisilalkitosan Schiff bazını sentezlemişlerdir. Schiff bazının yapısını UV-VIS, Elementel Analiz ve FT-IR ile karakterize etmişlerdir. Ayrıca Şekil 10'da verilen bileşiğin antifungal ve antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bulunmuştur [17].



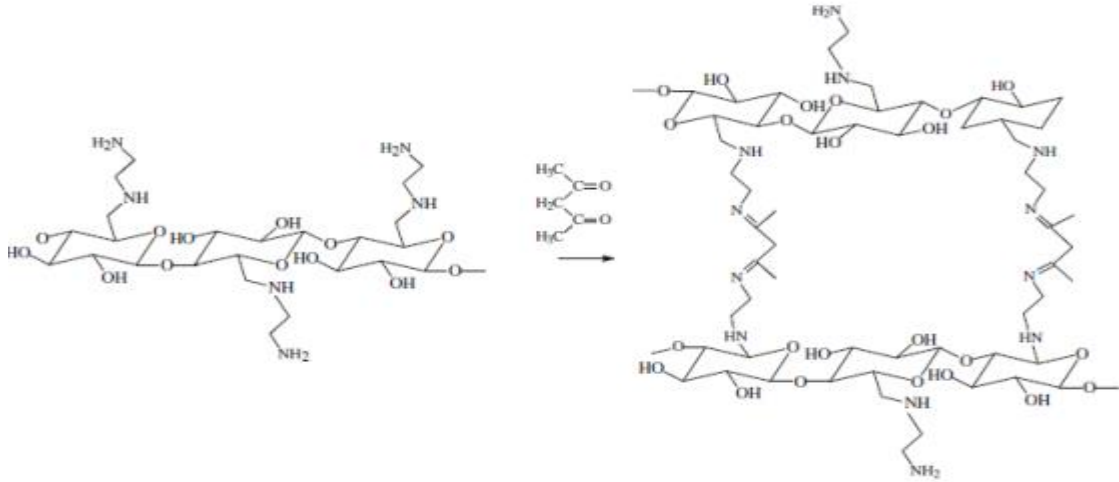
Şekil 10. Salisilalkitosan Schiff bazının sentezi  
(Figure 10. Synthesis of salicylalchitosan Schiffbase)

Kumarive arkadaşları selüloz-lisin Schiff baz biyopolimerini sentezlemişler ve yapısını XRD, FT-IR, SEM, <sup>13</sup>C-NMR kullanılarak karakterize etmişlerdir. Selüloz-lisin Schiff baz biyopolimeri Hg(II) iyonu içeren çözeltilerin uzaklaştırılmasında kullanılmıştır [18].



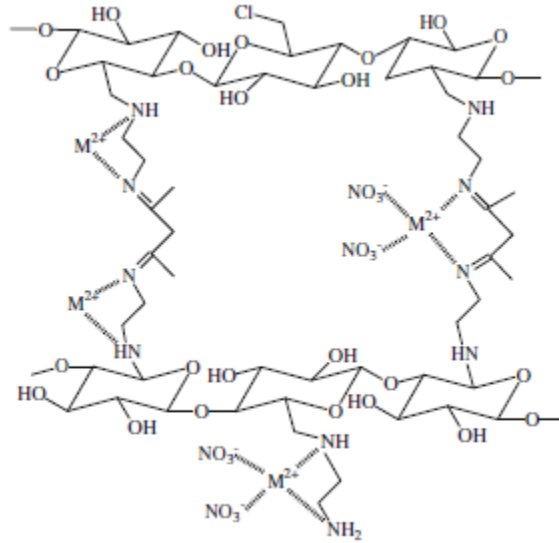
Şekil 11. Selüloz-lisin Schiff baz biyopolimeri  
(Figure 11. Cellulose-lysine Schiff base biopolymer)

Filho ve arkadaşları, pentan-2,4dion (asetilaseton) moleküllerini, selülozla muamele etmeden önce, etilen-1,2-diaminle modifiye etmişlerdir. Selüloz molekülündeki en iyi modifikasyon çözücünün az, etilen diamin miktarının yüksek olduğu zaman iyi bir netice elde edilmiştir. Bu yöntem azot miktarı azalan tüm Schiff bazlarına uygulanabilir [19].



Şekil 12. Modifiye edilmiş selülozla asetilasetonun reaksiyonu  
(Figure 12. Reaction of acetylacetone with modified cellulose)

Selüloz biyopolimer Schiff bazının yapısı FT-IR, SEM, TGA ve <sup>13</sup>C-NMR ile karakterize edilmiştir. Karakterize edilen Schiff bazının çözeltide bulunan bakır, kobalt, nikel ve çinko iyonlarını adsorplama sırası  $Cu^{2+}>Co^{2+}>Ni^{2+}>Zn^{2+}$  şeklinde artmaktadır. Metali adsorpladıktan sonraki Schiff bazı biyopolimeri Şekil 13'te verilmiştir [19].



Şekil 13. Metali adsorpladıktan sonra selüloz Schiff baz biyopolimeri  
(Figure 13. The cellulose Schiff base biopolymers after absorption of the metal)

Hou ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, azobenzen Schiff bazı ısı ya da ışık ile muamele edilerek termokromik (ısı ile renk değiştiren), ve fotokromik (ışık ile renk değiştiren) özellikleri incelenmiştir. Renk değişimine sebep olan cis-trans izomerisindeki moleküller arasındaki proton transferidir. N,N-bis(p-[(2'-sülfatoetil)sülfonilfenilazo]salisiliden), 1,2-etilendiaminmodifiye edilmiş selülozla reaksiyona sokulmuş ve iki reaktif gruba sahip azobenzen Schiff bazı elde edilmiştir. Selüloz Schiff baz biyopolimerleri, Elementel Analiz, FT-IR ve SEM ile karakterize

edilmiştir. Fonksiyonelleştirilmiş selüloz Schiff bazı UV-VIS ışınlarına karşı mükemmel koruyucu özellik göstermiş ve fiziksel özelliklerinde de önemli bir değişiklik yapmamıştır. Selüloz Schiff baz biyopolimerleri, azobenzen Schiff bazının reaktif özelliğinden dolayı tekstilde önemli kullanım alanlarına sahip olabilir [20].Ye ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada o-fenilendiaminle, karboksimetilselülozdialdehit kullanılarak, o-fenilendiimidokarboksimetil selüloz sentezlenmiştir. Ayrıca p-aminobenzen-sülfonikası ile karboksimetilselülozdialdehiti kullanılarak p-sülfofenilimidokarboksimetilselüloz sentezlenmiştir. Schiff bazlarının floresans spektrumlarında Schiffbaz oluşumu güçlü bir şekilde görülmektedir. Floresans ışığının yoğunluğu hem pH hem de çözelti konsantrasyonundan etkilenir.

Selüloz Schiff baz biyopolimerleri pH ve çözelti konsantrasyonuna bağlı olarak iyi lüminesans özellik gösterir [21].Kesh ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, daha çok ilaçlarda kullanılan sülfon kullanılarak iki tane yeni Schiff bazı sentezlenmiştir. Selüloz-2,3-bis[(4-metilen-amino-benzen-sülfonamid)] ve Selüloz-2,3-bis[(4-metilen-amino)-N-(tiyazol-2-yl)benzen-sülfonamid] geliştirilmiş bakteriyel selüloz kondenzasyon yoluyla sentezlenmiştir. Kondenzasyon ürünlerinin fizikokimyasal özellikleri FT-IR, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, XRD, DTA kullanılarak karakterize edilmiştir. Geliştirilmiş bakteriyel selülozun reaktifliğinin arttığı en büyük göstergesi, aldehit grup sayısının yüzdesine bağlı olarak oksitlenme en yüksek dereceyi gösterir. XRD grafikleri selüloz Schiff bazında düzlemler arası uzaklığın arttığını göstermektedir. Bu sonuçlar geliştirilmiş bakteriyel selülozla sülfotiyazol arasında iyi bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Çünkü sülfonamidlerin kimyasal modifikasyonundan dolayı geliştirilmiş bakteriyel selülozun orijinal özelliklerinde meydana gelen önemli özelliklerinden dolayı etkileşim yüksektir [22].Topal ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 2-[(2-hidroksimetilfenilimino)metil]-5-bromofenol etil selülozla birleştirilmiş ve sentezlenen Schiff bazının CO<sub>2</sub>absorpsiyonu özelliklerini incelemişlerdir [23].

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bilim ve teknoloji alanında hızlı gelişmelere bağlı olarak yeni malzeme arayışları, bu polimerlerle ilgili çalışmaların en etkili yürütücü kuvveti olmuştur. Yeni biyopolimer kompleksler bilimsel çalışmalarda ve pek çok farklı alanda yoğun bir araştırma alanı oluşturabilir ve kullanım alanlarının genişletilmesi ile başta insan sağlığı olmak üzere herhangi biryan etki göstermeyen ürünlerin kullanımını avantajından da yararlanılabilir. Sentezlenecek olan yeni özgün biyopolimer komplekslerin sentezi de bu anlamda önem taşımaktadır. Sonuç olarak; biyopolimer kompleksler konusunda yapılan çalışmalar, birçok farklı alanda kullanılacaklarını, güvenli ve etkili olduklarını göstermektedir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Koçak, N., (2007). Bazı Polisakkaritlerin Schiff Bazlarının Sentezlenmesi ve Metal Komplekslerinin Tayini, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
2. Chen, F., Wang, Z.C., and Lin, C.J., (2002). Preparation and characterization of nano-sized hydroxy apatite particles and hydroxy apatite/chitosan nano-composite for use in biomedical materials, Materials Letters, 57, 858-861.PII:S0167-577X(02)00885-6.



3. Qi, L., Xu, Z., Jiang, X., Hu, C., and Zou, X., (2004). Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles, *Carbohydrate Research*, 339, 2693-2700. doi:10.1016/j.carres.2004.09.007.
4. Valenzuela, M.B., Jones C.W., and Agrawal, P.K., (2006) Batch Aqueous-Phase Reforming of Woody Biomass, *Energy&Fuels* 20, 1744-1752.
5. Fengel, D. and Wegener, G., (1989). *Wood: Chemistry, Ultra structure Reactions*, Walter de Gruyter, Berlin-New York.
6. Temizkan, K., (2011). Ana Zincirinde Hetero Atom İçeren İmin Polimerlerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
7. Kumar, S., Dhar, D.N., and Sexana, P.N., (2009). Application of Metal Complexes of Schiff bases-A-Reviews, *Journal of Scientific&Industrial Research*, 68, 181-187.
8. Thatte, C.S., Rathnam M.V., and Pise A.C., (2014). Chitosan-based Schiff base-metal complexes (Mn, Cu, Co) as heterogeneous, new catalysts for the  $\beta$ -isophorone oxidation, *J.C. Sci.*, 126, 727-737.
9. Antony, R., David, S.T., Karuppasamy, K., Sanjeev, G., and Balakumar, S., (2014). Influence of electron beam irradiation on spectral, thermal, morphological and catalytic properties of Co(II) complex immobilized on chitosan's Schiff base, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 124, 178-186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2013.12.061>.
10. Caroa, C.A., Cabelloa, G., Landaeta, E., Péreza, J., Gonzáleza, M., Zagalc, J.H., and Lilloa, L., (2014). Preparation, spectroscopic, and electrochemical characterization of metal(II) complexes with Schiff base ligands derived from chitosan: correlations of redox potentials with Hammett parameters, *Journal of Coordination Chemistry*, 67, 4114-4124. <http://dx.doi.org/10.1080/00958972.2014.977271>.
11. Sun, W., Xia, C.G., and Wang, H.W., (2002). Efficient heterogeneous catalysts for the cyclopropanation of olefins, *N.J.C.*, 26, 755-758. DOI: 10.1039/b110791g.
12. Justi, K., Laranjeira, M.C.M., Neves, A., Mangrich, A.S., and Favere, V. F., (2004). Chitosan functionalised with 2[bis-(pyridylmethyl)aminomethyl]4-methyl-6-formyl-phenol: Equilibrium and kinetics of Copper(II) Adsorption, *Polymer*, 45, 6285-6290. doi:10.1016/j.polymer.2004.07.009.
13. Moghimi, A., (2013). Detection of Trace Amounts of Pb(II) by Schiff Base-Chitosan-Grafted Multi walled Carbon Nanotubes, *Russian Journal of Physical Chemistry*, 87, 1203-1209. Doi:10.1134/S0036024413070388.
14. Muslim, T., Alam, M.T., Begum, H.A., and Alam, S.S., (2014). Synthesis of Some Chitosan Derivatives and Their Iron (II) Adsorption Behavior- a Class of Pharmaceutically Important Biosorbents, *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 17(2), 193-201.
15. Singh, R.K., Kukrety, A., Chatterjee, A.K., Thakre, D.G., Bahuguna, G.M., Saran, S., Adhikari, D.K., and Atray, N., (2014). Use of an Acylated Chitosan Schiff Base as an Ecofriendly Multi functional Biolubricant Additive, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 53, 18370-18379. [dx.doi.org/10.1021/ie502441z](http://dx.doi.org/10.1021/ie502441z).
16. Mohamed, N.A., Sabaa, M.W., El-Ghandour, A.H.H., Abel-Aziz, M.M., and Abdel-Gawad, O.F., (2013). Preparation,



- 
- Characterization and Antimicrobial Activity of Carboxymethyl Chitosan Schiff Bases with Different Benzaldehyde Derivatives, *Journal of American Science*, 9(3), 247-264.
17. Jayandran, M. and Muhamed Haneefa, M., (2014). Synthesis, Characterization and Biological Activities of Chitosan Based Schiff Base Complex, *Chemical Science Review and Letters*, 3(12), 1050-1059. ISSN 2278-6783.
  18. Kumari, S. and Chauhan, G.S., (2014). New Cellulose-Lysine Schiff-Base-Based Sensor-Adsorbent for Mercury Ions, *Appl. Mater. Interfaces*, 6, 5908-5917. [dx.doi.org/10.1021/am500820n](https://doi.org/10.1021/am500820n).
  19. Filho, E.C.S., Melo, J.C.P., Fonseca, M.G., and Airoidi, C., (2009). Cation removal using cellulose chemically modified by a Schiff base procedure applying green principle, *Journal of Colloid and Interface Science*, 340, 8-15. [doi:10.1016/j.jcis.2009.08.012](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2009.08.012).
  20. Hou, A., Zhang, C., and Wang, Y., (2012). Preparation and UV-protective properties of functional cellulose fabrics based on reactive azobenzene Schiff base derivative, *Carbohydrate Polymers*, 87, 284-288. [doi:10.1016/j.carbpol.2011.07.055](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.07.055).
  21. Ye, J., Xiong, J., and Sun, R., (2012). The fluorescence property of Schiff's bases of carboxymethylcellulose, *Carbohydrate Polymers*, 88, 1420-1424. [doi:10.1016/j.carbpol.2012.02.030](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.02.030).
  22. Keshk, S.M., Ramadan, A.M., and Bondock, S., (2015). Physico-chemical characterization of novel Schiff bases derived from developed bacterial cellulose 2,3-dialdehyde, *Carbohydrate Polymers*, 127, 246-251. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.03.038>.
  23. Topal, S.Z., Ertekin, K., Yenigül, B., and Erçağ A., (2012). A new absorption based CO<sub>2</sub> sensor based on Schiff base doped ethylcellulose, *Turk J Chem.*, 36, 503-514. [doi:10.3906/kim-1006-675](https://doi.org/10.3906/kim-1006-675).



**Ceyda Bilgiç**

Eskişehir Osmangazi University, cbilgiç@ogu.edu.tr, Eskişehir-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A12PB>

**COMPARISON BETWEEN BASIC AND ACIDIC DYES ADSORPTION ON LOW COST ADSORBENTS**

**ABSTRACT**

Increasing amount of dyes in the ecosystem particularly in wastewater has propelled the search for more efficient low-cost adsorbents. The effective use of the sorption properties (high surface area and surface chemistry, lack of toxicity and potential for ion exchange) of different clays as adsorbents for the removal of different type of dyes (basic, acidic, reactive) from water and wastewater as potential alternatives to activated carbons has recently received widespread attention because of the environmental-friendly nature of clay materials. In this study, the effects of some factors on the adsorption of a basic dye (methylene blue) and an acid dye (Acid Blue 193, AB 193) on purified bentonite and sepiolite samples were investigated. These factors are cation ( $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$ ) saturation of the samples, pH of the dye solution and ionic strength of the dye solution. The Langmuir adsorption model was applied to describe the equilibrium isotherm and the isotherm constants were determined for each of the samples. The Langmuir model agrees very well with experimental data. The adsorption capacities of the samples were found to increase by cation saturation. The adsorption capacity decrease with increasing pH of the dye solution and adsorption capacities were observed to increase by increasing the ionic strength. The maximum adsorption capacity of cationic dye methylene blue (MB) is higher than that of anionic dye AB 193 on the bentonite and sepiolite samples.

**Keywords:** Adsorption, Cation Saturation, Ionic Strength, pH, Bentonite, Sepiolite

**DÜŞÜK MALİYETLİ ABSORBANLAR ÜZERİNDE ASİDİK VE BAZİK BOYALARIN ADSORPSİYONUNUN KARŞILAŞTIRILMASI**

**ÖZ**

Özellikle ekosistemdeki atıksulardaki boya madde miktarının artması nedeniyle daha verimli, düşük maliyetli adsorbanlar aranmaya başlanmıştır. Kil malzemelerinin çevre dostu doğasından ötürü farklı killerin etkin sorpsiyon özelliklerinden dolayı (yüksek yüzey alanına ve yüzey kimyasına sahip, toksiteyi giderebilmesi ve potansiyel iyon değiştirici olmaları nedeniyle) farklı tip boyaların (bazik, asidik, reaktif) su ve atık suların temizlenmesinde aktif karbona alternatif bir adsorban olarak kullanımı son zamanlarda oldukça ilgi görmektedir. Bu çalışmada bazik boya metilen mavisi (MB) ve asidik yapıdaki (Asit Blue 193) (AB193), arıtımında, adsorban madde olarak farklı kristal yapıdaki iki kil örneği (bentonit ve sepiolit) kullanılarak adsorpsiyonu etkileyen bazı faktörler incelenmiştir. Bu amaçla, önce saflaştırılarak ve ayrıca katyonlarla ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) doyurulmuş kil örnekleri üzerinde boya adsorpsiyonu çalışılmış ve katyonla doyurma işleminin adsorpsiyon kapasitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Daha sonra saflaştırılmış kil örnekleri üzerinde, boya adsorpsiyonuna pH değişiminin ve  $\text{Na}^+$  ile doyurulmuş kil örnekleri üzerindeki adsorpsiyona çözelti iyonik kuvvetinin etkisi incelenmiştir. Adsorpsiyon verilerinin, Langmuir izotermine uyduğu belirlenmiştir. Çalışılan killer için katyonla doyurma işleminin adsorpsiyon kapasitesini bir miktar yükselttiği gözlenmiştir. Adsorpsiyon kapasitesinin pH artışıyla azaldığı ve iyonik kuvvet artışıyla arttığı bulunmuştur. Katyonik boya MB sinin adsorpsiyon kapasitesi anyonik boya AB193 ten daha büyüktür.

**Anahtar Kelimeler:** Adsorpsiyon, Katyon Doyurumu, İyonik Kuvvet, pH, Bentonit, Sepiolit



## 1. INTRODUCTION

Many industries have been widely used dyes and pigments for various purposes and their effluents can cause environmental pollution. In order to remove dyes from aqueous solutions, many chemical or biological treatments have been used either individually or together [1]. Among the advanced chemical or physical treatments, adsorption is considered more effective and less expensive than other technologies such as ozone or electrochemical oxidation, membrane separation, etc. Activated carbon is the most used adsorbent owing its high capacity, but needs a regeneration process being an expensive material. Many efforts, however, have been made to investigate the use of various low cost organic adsorbents [2 and 3]. They should be cheap, easily available and disposable without regeneration. Clays are important alternatives as adsorbents due to its high ion-exchange and adsorption capacities as well as thermal and mechanical stabilities. The clays are generally defined as those minerals that make up the colloid fraction (<2  $\mu\text{m}$ ) of soils, sediments, rocks and water and may be mixtures of fine grained clay minerals and clay-sized crystals of other minerals such as quartz, carbonate and metal oxides.

The clays always contain exchangeable ions on their surface and give important role in the environment by acting as a natural scavenger of contaminants by taking up cations and/or anions through either ion exchange or adsorption. Natural clay minerals are familiar and well known to mankind from the earliest days because clay has some properties that are abundant in nature, high sorption and potential for ion exchange. Clay materials are effective adsorbents and low cost. They possess layered structure and are considered as host materials for the adsorbates and counter ions [4]. They are classified by their differences in layered structures. Some classes of clays are smectites (montmorillonite, saponite), mica (illite), kaolinite, serpentine, pyrophyllite (talc), vermiculite and sepiolite. Bentonite is an absorbent aluminum phyllosilicate, which is essentially impure clay consisting mostly of montmorillonite. There are different types of bentonite, each named after the respective dominant element, such as potassium (K), sodium (Na), calcium (Ca) and aluminium (Al). Bentonites have excellent rheological and absorbent properties and are environmentally safe providing dust abatement procedures which are used in processing and handling [5].

Bentonite also has the interesting property of adsorbing relatively large amounts of protein molecules from aqueous solutions. Therefore, it is uniquely useful in the process of wine making, where it is used to remove excessive amounts of protein from white wines. Were it not for this use of bentonite, many or most white wines would precipitate undesirable flocculent clouds or hazes upon exposure to warmer temperatures as these proteins become denatured. It also has the incidental use of inducing more rapid clarification of both red and white wines. Bentonite can also be used as a desiccant due to its adsorption properties. Bentonite desiccants have been successfully used to protect pharmaceutical, nutraceutical and diagnostic products from moisture degradation and extend shelf life. In fact, in most common packaging environments, bentonite desiccants offer a higher adsorption capacity than silica gel desiccants. Bentonite complies with the FDA for contact with food and drugs [6]. Sepiolite is natural clay minerals consisting of magnesium hydro silicate which belongs to the group of silicates [7]. This is fibrous clay minerals with the ideal formula of  $\text{Si}_{12}\text{O}_{30}\text{Mg}_8(\text{OH},\text{F})_4(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  for sepiolite [8]. Its fibrous structure is formed as a result of storage of tetrahedral and octahedral oxide layers which has canal cavities along the fiber;





this peculiar structure provides high sorption capacity [7]. The structures of minerals are similar in that the tetrahedral pointing in the same direction form 2:1 ribbons that extend in the direction of the a-axis and have an average b-axis width of three linked tetrahedral chains in sepiolite. When dispersed in water, these elongated crystals are inert and non-swelling and form a random lattice capable of trapping liquid and providing excellent thickening, suspending and gelling properties. This clay does not flocculate with electrolytes and is stable at high temperatures, which make them uniquely applicable for many uses [5]. Furthermore, because of its natural hollow brick-like structure, it has great potential for the retention of micro-pollutants including heavy metal cations and dyes [8]. Rectangular channels, which contain some exchangeable Ca and Mg cations and zeolitic water, lie between the ribbons and molecules of bound water lie at the edges of the ribbons [9]. Clay minerals show a strong affinity for both cationic and anionic dyes and good removal capabilities of clays to uptake dyes have been demonstrated by many researchers.

Cationic dyes are also called basic dyes due to the presence of positive ions in the molecule's structure. Basic dyes are water soluble and they are highly visible in water even at very low concentration. Basic dyes consist of monoazoic, diazoic and azine compounds [10]. Cationic dyes are used to colour wool, silk, nylon, mod-acrylic and polyester materials. Cationic functionality is found in various types of dyes such as cationic azo dyes, methane dyes, anthraquinone, di- and tri-arylcarbenium, phthalocyanine dyes, polycarbocyclic and solvent dyes. Basic dye is toxic and can cause allergic dermatitis, skin irritation, mutations and even cancer [11]. Also, cationic dyes can cause increased in heart rate, shock, vomiting, cyanosis, jaundice, quadriplegia, heinz body formation and tissue necrosis in humans [12]. Anionic dyes have negative ions due to the excess presence of the OH<sup>-</sup> ions in aqueous solution.

Anionic dyes are water soluble and they include acid dyes, azo dyes, direct dyes and reactive dyes. Reactive dyes attach to their substrates by a chemical reaction (hydrolysis of the reactive groups in the water) that forms a covalent bond between the molecule of dye and that of the fibre [13]. Anionic dyes removal is the most challenging task as they produced very bright colours in water and show acidic properties. Reactive dyes contain reactive groups such as vinyl sulphone, chlorotriazine, trichloropyrimidine, and difluorochloropyrimidine that covalently bonded with the fiber during the dyeing process [14]. Moreover, azo dyes represent the largest class of reactive dyes used in the textile industry followed by anthraquinone and phthalocyanine classes [15]. Azo dyes have the largest variety of dyes and under anaerobic conditions, the dye's linkage can be reduced to form aromatic amines which are colourless but can be toxic and carcinogenic. It was estimated that 130 of 3,200 azo dyes in use can form carcinogenic aromatic amines during degradation process [16].

## **2. RESEARCH SIGNIFICANCE**

Naturally occurring raw and modified clays have shown good results as adsorbents for the removal of various metals, organic compounds and dyes. Clays are distinguished from other fine-grained soils by differences in size and mineralogy. Adsorption of anionic dyes and cationic dyes on purified clays can be considered as a simple, fast and economic method for their removal from water and wastewater.



### **3. EXPERIMENTAL METHOD**

#### **3.1. Materials**

The silicate samples used as adsorbents were bentonite supplied from the Uşak region and sepiolite from the Sivrihisar/Eskişehir region. The samples were named UB and SS respectively. Because it was received as it was taken out of the ground, without having been processed, it contained many impurities. In order to purify it a decantation and centrifugation process was applied. About fifty grams of raw clay were agitated for 60 min in 1 L of distilled water clay is mixed until fully dissolved. This was continuously stirred by a magnetic stirrer for 2 h and then left and then it was heated covered over two days. Colloidal solution is formed in the upper and middle part of the bottle clay container with water and precipitated impurities in natural clays. The separated colloidal solution is taken to another container and stored for two days. The same process was repeated at ten times on the successive settled solid fraction. The clay is in the colloidal solution from the most recent transaction was poured into 50 mL polyethylene centrifuge bottles, closed with screw-on caps, and then centrifuged for 20 min and centrifuge.

The clay into the bottom of the tube taking the help of a spatula is collected in a clean petri dish. It was dried overnight at 80 °C in an oven and then ground to fine powder. In order to obtain the samples saturated with sodium and calcium cations, 1N sodium and calcium chloride solutions were used as described by Rich [17]. The pH of the solutions was adjusted using dilute buffer solutions as described earlier [18]. The pH measurements were made by using Hanna (HI 8314) pH meter equipped with a combined electrode. The effect of the ionic strength on the adsorption ability of the samples towards AB193 and MB was investigated using solutions of KCl and NaNO<sub>3</sub> ranging from 0.05 to 0.5 M. Samples were mechanically stirred for 48h, and then filtered through a white-band filter paper. They were rinsed with distilled water until they become chloride ion free as shown by silver nitrate test. Synthetic textile dye AB193 (Isolan Dark Blue 2-SGL) was obtained from Dystar, Turkey and used without further purification. MB was used as its chloride salt, as a Merck product without further purification.

#### **3.2. Adsorption Studies**

Portions of dye solutions (50ml) of known initial concentrations (600 ppm) and varied amounts of adsorbents (0.05-0.5g) were poured into volumetric flasks. The suspension containing silicate samples was mechanically shaken in a thermostated bath. Analytical determinations of dye in solutions after equilibration (48 hours at 25°C) were performed by means of a Shimadzu-120-01 spectrophotometer. Optical densities were determined at 609 nm for AB193 and 663 nm for MB, which corresponds to the maximum absorption peak of dyes. The amounts of dyes adsorbed were calculated from the difference between initial and equilibrium concentrations.

### **4. FINDINGS AND DISCUSSIONS**

#### **4.1. Adsorption Isotherms**

The adsorption data were analyzed according to the Langmuir equation. The Langmuir adsorption isotherm assumes that adsorption takes place at specific homogenous sites within the adsorbent and has found successful application in many monolayer adsorption processes. The linear form of the Langmuir isotherm equation is represented by the following equation [19 and 21].

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max} K_L} + \frac{C_e}{q_{\max}} \quad (1)$$

where  $C_e$  is the equilibrium concentration of solute remaining in the solution,  $q_e$  is the quantity of solute adsorbed per unit weight of adsorbent (surface excess), and " $q_{\max}$ " and " $K_L$ " are Langmuir constants. These constants are called adsorption capacity (maximum surface coverage) and bonding energy constant, respectively. Straight lines were fitted to the points by the method of least squares, where the slope of the regression line is  $1/q_{\max}$  and the intercept is  $1/q_{\max} K_L$ . The linear regression lines obtained had highly significant correlation coefficients ( $r^2$ ), indicating a good fit to the Langmuir equation. The Langmuir parameters for the adsorption of AB193 and MB are tabulated in Table 2, together with the correlation coefficients ( $r^2$ ) as a goodness of fit criterion. The values in Table 1 show that the experimental data were suitable to the Langmuir model. This is in accordance with the shape of the sorption isotherms, which correspond to type L2 (Langmuir type) in the Giles [22] cation system for adsorption of a solute from its solution.

Table 2. Langmuir isotherm constants for the adsorption of AB193 and MB on the purified UB and SS samples

Adsorbents	Methylene Blue (MB)			Acid Blue 193 (AB193)		
	$q_{\max}$ (mmol/100g)	$K_L$ (100g/mmol)	$r_L^2$	$q_{\max}$ (mmol/100g)	$K_L$ 100g/mmol)	$r_L^2$
UB	71.0228	1.2806	0.9389	48.8322	0.1918	0.9787
SS	44.2802	1.5801	0.8125	39.3300	0.8734	0.9567
UB (Na <sup>+</sup> )	75.5238	2.1395	0.9801	60.8433	0.7615	0.9076
UB (Ca <sup>2+</sup> )	76.9790	4.9108	0.8876	55.2964	0.7132	0.9233
SS (Na <sup>+</sup> )	54.2802	3.6585	0.9115	42.6530	3.1334	0.8435
SS (Ca <sup>2+</sup> )	48.5161	2.0572	0.7896	48.0325	2.3576	0.7258

#### 4.2. Ion Exchange

Ion exchangers are solid materials or liquid solutions which are able to absorb positively or negatively charged ions from aqueous electrolyte solutions and at the same time release other ions of equivalent amount into the aqueous solution. Most synthesis resins are polymeric structures. The synthetic ion exchange materials can be classified into four main groups of solid membranes, solid sheets, organic solvent solution of liquid ion exchangers and solid particle [23]. Commercial an ion exchange resins have the potential to possess excellent adsorption capacity and show high regeneration property for the removal and recovery of reactive dyes [15]. The applications of the ion exchange in the field of wastewater treatment, sugar and alcohol processing, pharmaceutical applications such as biological recovery and purification and hydrometallurgy industry [24] has been reported. Also, ion exchange is used to remove toxic dyes from wastewater such as removal of anionic dye Orange-G [25] and cationic dye Methyl violet 2B [15]. Ion exchange is a good method to separate toxic and soluble dyes from water effluents although the high capital cost associated with this process limited its use.

Ion exchange processes are equilibrium processes. To simplify matters it can be said that the occupation of a cation exchanger depends on the kind and concentration of the cation available for the exchange. Further on, the size and number of positive charges of the cations are important. For instance, bivalent calcium (Ca<sup>2+</sup>) is more easily exchanged against monovalent sodium (Na<sup>+</sup>) [26]. The isomorphous substitution of Al<sup>3+</sup> for Si<sup>4+</sup> in the tetrahedral layer and Mg<sup>2+</sup> for Al<sup>3+</sup>



in the octahedral layer in the bentonite result in a net negative surface area. This charge imbalance is offset by exchangeable cations ( $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$ , etc.) at the bentonite surface. The layered structure of the clay expands after wetting.  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$  are strongly hydrated in the presence of water, resulting in a hydrophilic environment at the bentonite surface [27]. Sepiolite has silanol groups at the external surface of the silicate. These are usually accessible to organic species, acting as neutral adsorption sites. In addition to that, some isomorphous substitutions in the tetrahedral sheet of the lattice mineral, such as  $\text{Al}^{3+}$  instead of  $\text{Si}^{4+}$ , form negatively charged adsorption sites. Such sites are occupied by exchangeable cations that compensate for the electrical charge [28].

#### 4.3. Effect of Cation Saturation

It was found that the saturation of the natural bentonite and sepiolite with  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$  increases the adsorption capacity. Saturation of  $\text{Na}^+$  increases the adsorption capacity 6% for bentonite and 23% for sepiolite; saturation of  $\text{Ca}^{2+}$  increases the adsorption capacity 8% for bentonite and 9% for sepiolite (compared to natural samples) for MB. Saturation of  $\text{Na}^+$  increases the adsorption capacity 25% for bentonite and 8% for sepiolite, and saturation of  $\text{Ca}^{2+}$  increases the adsorption capacity 13% for bentonite and 22% for sepiolite (compared to natural samples) for AB193. Boubberka et al., 2005 [29] and Özcan et al., 2004 [30] found that saturation with  $\text{Na}^+$  increases the adsorption capacity of bentonite. Also Wang et al., 2004 [31] showed that exchanged surfactant ions for Ca-montmorillonite is a good adsorbent for the removal of acid dyes from water solutions. A larger amount of  $\text{Na}^+$  in the clay, at the expense of  $\text{Ca}^{2+}$ , results in more dispersed clay, which in turn enhances the amounts of dye adsorbed. Hang and Brindley [32] found that saturation with  $\text{Na}^+$  increases the adsorption capacity of bentonite 40%. Also, Rytwo et al. [28] showed that for both the methylene blue and crystal violet dyes, more is adsorbed by Na- than by Ca-treated clay, with the Wyoming bentonite being intermediate. A larger amount of  $\text{Na}^+$  in the clay, at the expense of  $\text{Ca}^{2+}$ , results in more dispersed clay, which in turn enhances the amounts of dye adsorbed.

#### 4.4. Effect of the pH

The pH of a solution is a measure of molar concentration of hydrogen ions. Acidic solution occurs when the solution  $\text{pH} < 7$  where a solution  $\text{pH} > 7$  indicates a basic solution. The change in solution pH is an important parameter for solute adsorption because of change in surface characteristics of adsorbent and change in chemistry of dye. Thus, the adsorption capacity of dye depends on the pH of the solution. Generally, low pH solution results in an increase in the percentage of anionic dye removal because of the electrostatic attraction between anionic dye and the positive surface charge of the adsorbent [33]. At higher solution pH, electrostatic repulsion is found between the negatively charged surface and dye molecules, thus decreasing the adsorption capacity and percentage removal of anionic dyes [34]. The experiments were performed using various initial pH values varying from 2 to 11 in order to study the influence of pH on the adsorption capacity of bentonite and sepiolite. The pH values of the solutions were adjusted using dilute buffer solutions. The uptake of AB193 decreased with increasing pH. When the pH of the solution is increased, the positive charge on the oxide or solution interface decreases and the adsorbent surface appears as negatively charged. On the contrary, a lower adsorption at higher pH (at basic conditions)



may be due to the abundance of  $\text{OH}^-$  ions and because of ionic repulsion between the negatively charged surface and the anionic dye molecules. There are also no exchangeable anions on the outer surface of the adsorbent at higher pH values and consequently the adsorption decreases [35, 36]. There are similar results about the effect of pH on the anionic dye adsorption in the literature [30, 37 and 38]. Adsorption spectra of the MB solutions prepared with different buffered pH values were obtained but any difference was not observed in the studied pH range. This situation was also emphasized in Breen and Rock's [39] study and they showed that the MB solution buffered at pH 4 was not protonated. Changes in pH of MB solutions had no significant influence on adsorption capacities of the samples.

#### **4.5. Effect of the Ionic Strength**

The experiments were performed using various solutions with different ionic strength values changing from 0 to 0.5 in order to study the influence of ionic strength on the adsorption capacities of the samples for AB193 and MB. Ionic strength affects the activity coefficients of  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  and specifically the absorbable dye ions. The increasing ionic strength in the solution causes an increase in the adsorption of AB193 and decrease in the adsorption of MB onto samples.

### **5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS**

Cationic dyes are also called basic dyes due to the presence of positive ions in the molecule's structure. Acid dyes are water-soluble anionic dyes and are used to dye wool, nylon, and silk fibers. Due to the weak interactions between the negatively charged surface in clays and anionic dyes, a limited number of studies on the adsorption of acid dyes have been carried out using clay as an adsorbent. The adsorption of dye in clay suspensions is highly affected by the clay surface features. The removal of Acid Blue 193 (AB 193) and Methylene blue (MB) from aqueous solutions using purified sepiolite and bentonite as the adsorbents by batch adsorption technique has been investigated. These adsorbents were shown to be effective and economical materials for the adsorption of AB193 and MB from aqueous solutions. The equilibrium data fit well in the Langmuir model of adsorption, showing the formation of monolayer coverage of dye molecules at the outer surface of the adsorbent. The amount of adsorbed AB193 anions on the pure bentonite is 1.24 fold higher than those on the purified sepiolite. The amount of adsorbed MB anions on the pure bentonite is 1.6 fold higher than those on the purified sepiolite.

So the cation saturation leads to the replacement of part of cations located at the edges of the channels by  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$ . The reactivity of layers and the edge of surface groups were enhanced and consequently the adsorption capacity of saturated clay was increased. The surface charge on the adsorbent, pH and ionic strength of the solution play a significant role in influencing the capacity of an adsorbent toward dye ions. Compared with the adsorption capacities of cationic dye methylene blue (MB) and anionic dye Acid blue 193 (AB193) on the same clay samples, cationic dye molecules have much higher affinity for clay surfaces and are readily adsorbed when added to clay suspensions. This is because an important property of the clay layers is being negatively charged and this negative charge is normally balanced by cationic dyes. On the other hand, a large amounts of anionic dyes leak into waters, leading to aquatic environmental contamination. Adsorption method has been found to be an efficient and



economic process to remove anionic AB 193 dye on the adsorption of natural adsorbents.

#### REFERENCES

1. Liakou, S., Zissi, U., Kornaros, M., and Lyberatos, G., (2003). Combined Chemical and Biological Treatment of Azo-dye Containing Wastewaters, *Chemical Eng. Commun.* 190(5-8):645-661.
2. Sanghi, R. and Bhattacharya, B., (2002). Review on Decolorisation of Aqueous Dye Solutions by Low Cost Adsorbents, *Color. Technol.* 118:256-269.
3. Allen, S.J. and Koumanova, B., (2005). Decolourisation of Water/Wastewater Using Adsorption (Review), *J. Univ. Chem. Technol. Metall.* 40:175-192
4. Babel, S. and Kurniawan T.A., (2003). Low-cost Adsorbents for Heavy Metals Uptake from Contaminated Water: a review. *J Hazard Mater*, 97(1):219-43.
5. Murray, H., (2002). Industrial Clays Case Study. *Int Inst Environ Dev (IIED)* 64:1-9.
6. Food and Drug Administration, (2011). Database of Select Committee on GRAS Substances (SCOGS). Reviews Bentonite. FDA Database. Retrieved 15 Aug 2011.
7. Espantaleón, A.G, Nieto, J.A., Fernández, M., and Marsal, A., (2003). Use of Activated Clays in the Removal of Dyes and Surfactants from Tannery Waste Waters. *Applid Clay Science*, 24:105-110.
8. Cailleres, S. and Henin S., (1961) Palygorskite. In: Brown G (ed) *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*, CChap 9. Mineralogical Society, London.
9. Liu, P. and Zhang, L., (2007). Adsorption of Dyes from Aqueous Solutions or Suspensions with Clay Nano-Adsorbents. *Sep Purif Technol.*, 58:32-39.
10. Le Coz, C.J., (2005). Dyes, in *Encyclopedia of Toxicology* (Second Edition), W. Editor-in-Chief: Philip, Editor, Elsevier: New York. pp:104-114.
11. Eren, E., (2009). Investigation of a Basic Dye Removal from Aqueous Solution onto Chemically Modified Unye Bentonite. *J Hazard Mater.*, 166:88-93.
12. Vadivelan, V. and Kumar, K.V., (2005). Equilibrium, Kinetics, Mechanism, and Process Design for the Sorption of Methylene Blue onto Rice Husk. *J Colloid Interface Sci* 286:90-100.
13. Demirbaş, A., (2009). Agricultural Based Activated Carbons for the Removal of Dyes from Aqueous Solutions: A Review. *J Hazard Mater*, 167:1-9.
14. Labanda, J., Sabaté, J., and Llorens, J., (2009). Modeling of the Dynamic Adsorption of an Anionic Dye Through Ion-Exchange Membrane Adsorber. *J Memb Sci* 340:234-240.
15. Jeng-Shiou, W., Chia-Hung, L., KH, C., and Suen, S., (2008). Removal of Cationic Dye Methyl Violet 2B from Water by Cation Exchange Membranes. *J Memb Sci* 309:239-245.
16. Yaneva, Z.L. and Georgieva, N.V., (2012.) Insights into Congo Red Adsorption on Agro-Industrial Materials-Spectral, Equilibrium, Kinetic, Thermodynamic, Dynamic and Desorption Studies. A Review. *International Review of Chemical Engineering* 4:127-146.
17. Rich, C.I., (1961). Calcium Determination for Cation Exchange Capacity Measurements. *Soil Science* 92:226-231.



18. Bilgiç, C., (2005). Investigation of the Factors Affecting Organic Cation Adsorption on Some Silicate Minerals. *Journal of Colloid and Interface Science*, 81:33-38.
19. Langmuir, I., (1918). The Adsorption of Gases on Plane Surfaces of Glass, Mica And Platinum. *Journal of the American Chemical Society* 40:1361-1403.
20. Chiron, N., Guilet, R., and Deydier, E., (2003). Adsorption of Cu(II) and Pb(II) onto a Grafted Silica: Isotherms and Kinetic Models. *Water Research*, 37:3079-3086.
21. Prado, A.G.S., Tosta, A.H., and Airoidi, C., (2004). Adsorption, Separation and Thermochemical data on the Herbicide Picloram Anchored on Silica Gel and Its Cation Interaction Behavior. *Journal of Colloid and Interface Science*, 269:259-264.
22. Gilles, C.H., MacEwan, T.H., Nakhwa, S.N., and Smith, D., (1960). *Studies in Adsorption: Part XI*.
23. Haddad, P.R., (2005). ION EXCHANGE Overview, in *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)* Elsevier: Oxford.pp:440-446.
24. Rousseau RW (1987). *Handbook of Separation Process Technology*. John Wiley & Sons, Inc.
25. Labanda, J., Sabaté J., and Llorens, J., (2009). Modeling of the Dynamic Adsorption of an Anionic Dye through Ion-Exchange Membrane Adsorber. *J Memb Sci*, 340:234-240.
26. Egloffstein, T.A., (2001). Natural Bentonites-Influence of the Ion Exchange and Partial Desiccation on Permeability Self-Healing Capacity of Bentonites Used in GCLs. *Geotextiles and Geomembranes* 19:427-444.
27. Shen, Y.H., (2001). Preparation of Organobentonite Using Nonionic Surfactants. *Chemosphere*, 44:989-995.
28. Rytwo, G., Tropp, D., and Serban, C., (2002). Adsorption of Diquat, Paraquat and Methyl Green on Sepiolite: Experimental Results and Model Calculations. *Applied Clay Science*, 20: 273-282.
29. Bouberka, Z., Kacha, S., Kameche, M., Elmaleh, S., and Derriche, Z., (2005). Sorption Study of An Acid Dye from An Aqueous Solutions Using Modified Clays. *Journal of Hazardous Materials*, B119:117-124.
30. Özcan, A.S, Tetik, S., and Özcan, A., (2004). Adsorption of Acid Dyes from Aqueous Solutions Onto Sepiolite. *Separation Science and Technology*, 39:301-320.
31. Wang, C.C., Juang, L.C., Hsu, T.C., Lee, C.K., Lee, J.F., and Huang, F.C., (2004). Adsorption of Basic Dyes onto Montmorillonite. *Journal of Colloid and Interface Science* 280:80-86.
32. Hang, P.T. and Brindley, G.V., (1970). Methylene Blue Absorption by Clay Minerals. Determination of Surface Areas and Cation Exchange Capacities (Clay-Organic Studies XVIII), *Clays Clay Minerals*, 18:203-212.
33. Salleh, M.A.M., Mahmoudi, D.K., Karim, W.A.W.A., Idris, A., (2011). Cationic and Anionic dye Adsorption by Agricultural Solid Wastes: A Comprehensive Review. *Desalination* 280:1-13.
34. Foo, K.Y. and Hameed, B.H., (2011). Microwave Assisted Preparation of Activated Carbon from Pomelo Skin for the Removal of Anionic and Cationic Dyes. *Chem Eng J*, 173:385-390.
35. Namasivayam, C., Yamuna, R.T., and Arasi, D.J.S.E., (2002). Removal of Procion Orange from Wastewater by Adsorption on Waste Red Mud, *Separation Science and Technology* 37:2421-2431.



- 
36. Özacar, M., and Şengil, İ.A., (2003). Adsorption of Reactive Dyes on Calcined Alunite from Aqueous Solutions. *Journal of Hazardous Materials B*, 98:211-224.
  37. Alkan, M., Demirbaş, Ö., and Doğan, M., (2004). Removal of Acid Yellow 49 from Aqueous Solution by Adsorption. *Fresenius Environmental Bulletin* 113, 1112-1121.
  38. Özcan, A.S., Tetik, S., and Özcan A., (2006) Adsorption of Acid-Blue 193 from Aqueous Solutions on to DEDMA-sepiolite. *Journal of Hazardous Materials B*129, 244-252.
  39. Breen, C. and Rock, B., (1994). The Competitive Adsorption of Methylene Blue on to Montmorillonite from Binary Solution with Thioflavin T, Proflavine and Acridine Yellow. *Steady-State and Dynamic Studies, Clay Minerals*, 29:179-189.





**Mustafa Aras**

Kocaeli University, mustafa.aras@kocaeli.edu.tr, Kocaeli-Turkey

**Ersin Kayahan**

Kocaeli University, kayahan@kocaeli.edu.tr, Kocaeli-Turkey

**Özcan Gündoğdu**

Kocaeli University, o.gundogdu@kocaeli.edu.tr, Kocaeli-Turkey

**Mustafa Türkmen**

Kocaeli University, mustafa.turkmen@kocaeli.edu.tr Kocaeli-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A19PB>

## **Ti6Al4V ALAŞIMINDA LAZER İLE YÜZEY MODİFİKASYONU**

### **ÖZ**

Lazer, İngilizce 'Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation' (LASER) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşan bir terimdir. Türkçe karşılığı ise uyarılmış radyasyonun yoğunlaştırılması ile güçlendirilmiş ışık demeti olarak kabul görmektedir ve bu ışık demetini üreten sistem içinde aynı terim kullanılmaktadır. Günümüzde lazerler makineden kimyaya, endüstriden malzemeye uzanan geniş spektrumlu pek çok mühendislik alanının yanı sıra medikal alandaki uygulamalarıyla da dikkat çekmektedir. Titanyum alaşımları üzerinde mikro düzeyde hassas işlem yapabilmek mikro frezeleme, mikro tornalama gibi geleneksel yöntemler ile oldukça zordur. Fakat son yıllarda lazerlerin ve teknolojisinin hızlı gelişimi ile mikro boyutta titanyum alaşımlarının işlenebilirliği sağlanmaktadır. Bu çalışmada sağlık ve havacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımını yüzeyinde Nd:YAG lazerinin farklı güçlerde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Lazer işleminden sonra mikroyapı ve optik profilometre incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomalzeme, Ti6Al4V, Nd:YAG Lazer, Yüzey İşleme, Mikroyapı

## **LASER SURFACE MODIFICATION OF Ti6Al4V ALLOY**

### **ABSTRACT**

Laser in English 'Light Amplification by the stimulated emission of Radiation' (LASER) acronym is a term formed from the initial letters of the words. Turkish is recognised as the intensification of stimulated radiation in the light beam are amplified with reward, and this same term is used in the system producing a beam of light. Today, lasers in chemistry from the machine to the material from extending to a broad spectrum of the industry, many engineering fields, as well as applications in the medical field attracts attention. To make sensitive transactions at micro level on the titanium alloys, it is difficult with conventional methods such as micro milling, micro-turning. But with the rapid development of the micro laser technology and the workability of the titanium alloy is provided in recent years. In this study, Nd:YAG laser having different powers which widely used in health and aerospace industry was investigated effects on Ti6Al4V alloy surface. After the laser treatment the microstructure and optical profilometer examination was performed.

**Keywords:** Biomaterials, Ti6Al4V, Laser Technology, Surface Modification, Microstructure



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde lazerlerin sağlık ve mühendislik alanlarında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Kesme, delme gibi bilinen temel mühendislik uygulamalarının yanında son yıllarda farklı sağlık uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalardan ilk akla gelen lazerler ile gerçekleşen yumuşak doku ameliyatlarıdır. Ayrıca, vücut içi sert doku implantasyonunda tercih edilen metalik biyomalzemelerin lazerler ile işlenmesi ve hücre tutunma özelliklerinin arttırılması ve bu sayede iyileşme sürecinin kısaltılması gibi önemli bir uygulaması da mevcuttur [1, 2 ve 3]. Farklı lazer parametreleri ile yapılan işlemler aynı malzeme üzerinde farklı fiziksel ve kimyasal etkilere yol açmaktadır. Kullanılacak lazerin işlem parametreleri işlenecek malzemenin temel özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Lazerlerin önemli işlem parametreleri; güç, dalga boyu, frekans, atım süresi, ışının çapı vb.dir. Lazer işlem parametreleri işlenecek malzemenin yoğunluk, sertlik, yüzey pürüzlüğü, kimyasal bileşim, ergime noktası, korozyon direnci gibi özelliklerine dikkat edilerek belirlenmelidir [2 ve 4]. Bu çalışmada biyouyumluluk, korozyon direnci ve mekanik özellikleri ile ilk akla gelen sert doku implant malzemelerinden olan Ti6Al4V alaşımı yüzeyinde Nd:YAG lazer kullanılarak yüzey modifikasyonu yapılmış ve mikroskobik yüzey incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Biyomalzemeler, insan vücudundaki canlı dokuların işlevlerini yerine getirmek veya desteklemek amacıyla kullanılan doğal ya da sentetik malzemeler olup, belirtilen bu amaca uygun yeni malzemelerin geliştirilmesi için yoğun bir çaba sarf edilmektedir. Uygulamalar açısından insanlık tarihi ile birlikte var olan bu alan teknolojik gelişmeler neticesinde ayrı bir bilimsel önem taşımaktadır. Bu durumun en iyi kanıtı, Mısır mumyalarında bulunan yapay göz, burun ve dişlerdir [5]. Altının diş hekimliğinde kullanımı tarihte vücut içerisinde metalik biyomalzemelerin kullanımına ilk örneklerden biridir. M.Ö. 500-400 yıllarında yaşamış olan Etrüsklere ait olduğu tesbit edilen atın diş köprüleri mevcuttur [6]. Vücut içi implantların kullanımı 19. yy ortasından itibaren artmıştır. Fildişinden yapılmış protezler 1880'de vücut içine yerleştirilmiştir. 1938'de ilk metal protez vitalyum üretilmiştir, fakat bir süre sonra bu protez oldukça fazla metal korozyonuna uğramış ve canlı organizmalar için tehlike oluşturmuştur [5]. İnsan vücuduna yerleştirilmiş olan bir implantın kısa bir zamanda hasar görmesi, hastayı hem bedenen hem psikolojik hem de ekonomik olarak olumsuz etkilemektir. İmplantasyon için kullanılan bir biyomalzemenin hem canlı sistemlerle etkileşimde uyum sağlaması hem de istenilen mekanik özellikleri ve fonksiyonelliği tam olarak karşılması beklenir [7].

Bu sebeple vücut içi implantların malzemesinden tasarımına ve yüzey özelliklerine uzanan geniş bir yelpaze içerisinde özelliklerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Metalik biyomalzemeler özellikle kas-iskelet sistemimizin mekanik koşullarına uyum gösteren malzemeler olarak ön plana çıkmaktadır. Metalik biyomalzemelerin tercih sebebi, belirli sınırlarda, uzun süreli, değişken ve ani ağır yüklemelere karşı kendi özelliklerini kaybetmeden dayanabilmeleridir [1 ve 5]. Metalik biyomalzemeler saf metal veya içerdikleri alaşım elementlerine göre sınıflandırılırlar [5]. İmplantasyon amacıyla en yaygın olarak kullanılan metalik biyomalzemelerin başında paslanmaz çelikler, CoCr alaşımları ile Ti ve alaşımları gelmektedir. Titanyum ve alaşımları en fazla kalça ve diz protezlerinin yapımında, vida ve bağlantı elemanlarında ve diş hekimliğinde kullanılırlar [7 ve 8]. Tablo 1'de yaygın kullanılan metalik biyomalzemelerde özellik karşılaştırılmaları verilmiştir. Ti ve alaşımları yüksek mukavemet ve düşük yoğunluk değerlerinin yanı sıra diğer alternatifleri ile karşılaştırıldığında oldukça iyi korozyon direnci sayesinde biyomedikal uygulamalarda

implant malzemesi olarak kullanımda ön planda yer almaktadırlar [1]. İmplant amaçlı olarak sıklıkla kullanılan birkaç malzemenin yoğunluk, çekme dayanımı, akma dayanımı, % uzama değeri ile % kesit daralması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli metalik biyomalzemelerde temel özellikler [9]  
(Table 1. Basic properties of various metallic biomaterials [9])

Özellik	316L SS (Soğuk işlenmiş)	Ti6Al4V	Co-Cr-Mo (F75) (Döküm)
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	7,9	4,5	8,3
Çekme Dayanımı (MPa)	860	860	655
Akma Dayanımı (MPa)	690	795	450
% Uzama Değeri	12	10	8
% Kesit Daralması	50	25	8

Biyomalzeme tercihinde Ti alaşımları sıklıkla kullanılır. Bunun sebebi mekanik özelliklerin yanısıra Ti ve alaşımlarının yüksek biyoyumluluğudur. Ti ve alaşımlarında yüksek biyoyumluluğunu tetikleyen özellik düşük elektrokimyasal aktivite ve yüzeyde hızlı bir şekilde oluşan ince pasif oksit tabakasıdır [1]. Titanyum 882°C'ye kadar SDH ( $\alpha$ -Ti) kafes yapısında iken; 882°C nin üzerinde SDH yapıdan HMK yapıya ( $\beta$ -Ti) dönüşür. Titanyuma alaşım ilavesi ile farklı mekanik ve kimyasal değerleri elde etmek mümkündür. Ti6Al4V alaşımı günümüzde biyomalzeme olarak en yaygın kullanılan titanyum alaşımıdır. Ti6Al4V ağırlıkça %5.5-6.5 alüminyum, %3.5-4.5 vanadyum ve geri kalan miktarda titanyumdan oluşmaktadır. Ti6Al4V'un yapısında bulunan alüminyum  $\alpha$  fazını stabilize edip  $\alpha$  fazından  $\beta$  fazına geçiş sıcaklığını artırırken, vanadyum ise  $\beta$  fazını stabilize etmektedir. Titanyum alaşımlarının yanında sert doku implantlarında kullanılan alternatif malzemelerden olan paslanmaz çelikler ve Co-Cr alaşımları tekrarlı yüklenme durumunda çukurcuk korozyonu sergilerler; oluşan korozyon ürünleri biyoyumluluk problemleri ortaya çıkarır. Korozyon direncinin ve biyoyumluluğunun diğer metalik malzemelere göre yüksek olması Ti esaslı biyomalzemelerin başta gelen avantajlarını oluşturur [8]. Bunun yanında mekanik özellikler açısından belirleyici değer olan elastisite modül değerleri açısından bakıldığında Titanyum'un elastisite modülü 110,2 GPa'dır ve paslanmaz çelik türleri ve Co-Cr alaşımları ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olmasına karşın kullanıldığı sert dokuların elastik modül değerlerinden yeterince yüksektir. Tablo 2'de karşılaştırma amaçlı olarak çeşitli elastisite modülü değerleri verilmiştir [8 ve 10].

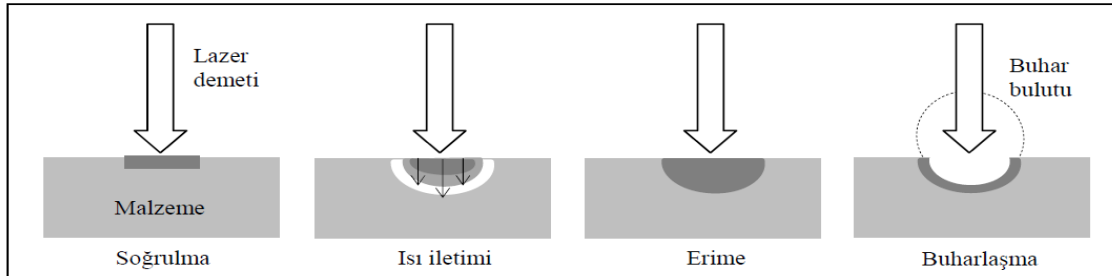
Tablo 2. Çeşitli biyomalzemelerde elastisite modülü değerleri [10]  
(Table 2. Elasticity modulus of various biomaterials [10])

Malzeme	Elastisite Modülü (GPa)
Yaş İnsan Femuru (Boyuna) (Düşük Gerilme Oranı)	15.2
Yaş İnsan Femuru (Boyuna) (Yüksek Gerilme Oranı)	40.6
Kuru İnsan Humerusu (Boyuna)	15
Kuru İnsan Humerusu (Enine)	5.7
Kuru İnsan Humerusu (Açısal)	6.8
316 Paslanmaz Çelik	192.9
316L Paslanmaz Çelik	192.9
317 Paslanmaz Çelik	192.9
Co-Cr Dövme	248
Co-Cr Dökme	213.6
Ti, ~%0 gözenekli~	110.2
Ti-6Al-4V, ~%0 gözenekli~	124

Ti ve alaşımları bütün bu özellikleri ile göz doldurmasına rağmen karşın bazı dezavantajlara da sahiptir. Ti yüksek sıcaklıklarda

çok reaktif bir malzemeye dönüşür ve oksijenle hızlı bir şekilde reaksiyona girer. Bu sebeple titanyum implantlarının üretimi için ya vakum ortamı ya da inert bir atmosfer şartları gerekir. Aksi halde, oksijen hızlı bir şekilde yapı içerisine difüze olarak malzemenin gevrekleşmesine sebep olur. Bu durumda üretiminin yüksek maliyetli olmasına sebebiyet verir [11]. Diğer önemli bir dezavantaj ise; Ti alaşımlarının geleneksel yöntemler ile mikro düzeyde yüzey işlemleri yeterince detaylı yapılamamaktadır ve istenilen yüzey topografileri elde edilememektedir. Albrektsson ve ark. [12] güvenilir bir osseointegrasyonun elde edilmesinde önem taşıyan 6 temel faktörü implant materyali, kemiğin durumu [13], implant dizaynı, yüzey kalitesi, cerrahi teknik ve implantı yükleme koşulları olarak belirtmişlerdir. Konaktaki hücresel cevapta kritik rol oynayan faktör yüzey kalitesidir. Gövde materyalinden farklı fiziksel özelliklere sahip en dış birkaç atomik tabakayı (1-2 nm veya 10-20 Å) içine alan dış kuşağın tanımı "Yüzey" terimidir. Bu kuşak, doğal titanyum oksit kalınlığı kadardır ve yüzeyde oluşabilecek reaksiyonlarda bu ince oksit tabakası titanyum metalinin gövde özelliklerinden daha çok etkili olmaktadır [11 ve 14]. Malzeme yüzeylerinde oluşturulan mikro ve nano-yapılar sayesinde fonksiyonel malzemeler üretmek son zamanlarda üzerinde yoğun çalışmalar gerçekleştirilen alanlar arasında yer almaktadır. Malzeme yüzeyinde çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemlerle gerçekleştirilen modifikasyon ile malzemelerin mekanik, optik, kimyasal özellikleri değiştirilerek malzemelerin uygulamalardaki verimlilikleri arttırılmaya çalışılmaktadır.

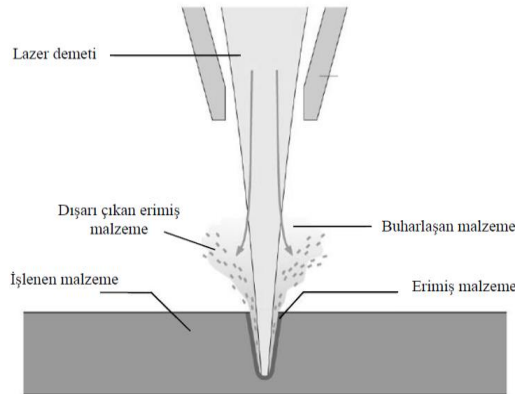
Lazerler ile metal veya yarıiletken yüzeylerde oluşturulan mikro ve nano-yapılar endüstriden sağlığa birçok farklı alanda uygulama bulmaktadır [15]. Son 10 yılda yapılan çalışmalardan çıkan sonuçlara göre, diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında lazer ile işlenen implant yüzeylerinde en uygun yüzey topografisi, minimum kirlilik ve karmaşık geometrik şekiller elde edilebilmektedir [15 ve 16]. Hedef malzeme üzerine lazer ışını odaklanarak gönderildiğinde, lazer ışınının bir kısmı malzeme tarafından soğrulurken; bir kısmı ise yansıtılır. Hedef malzeme yüzeyinde soğrulan enerji hedef yüzeyini ısıtmaya başlar. Birim alana düşen lazer gücüne bağlı olarak hedef malzeme katı halde kalabilir ve lazerle ısınma süreci boyunca faz değişimi gerçekleşmeyebilir. Lazer ışımalarının şiddetinin yükselmesi durumunda; yüksek şiddetli lazer ışımalarının malzeme tarafından soğrulmasıyla meydana gelen ısınma süreci sonucu yüzey sıcaklığı hızlıca malzemenin erime sıcaklığına ulaşır. Erimiş malzeme yüzeyine lazer uygulamasına devam edildiğinde yüzey buharlaşma meydana gelir [17 ve 18]. Şekil 1'de, gerçekleşen fiziksel süreçler şematik olarak yer almaktadır [17].



Şekil 1. Lazerle malzeme etkileşiminde meydana gelen ısıl süreçler  
(Figure 1. Thermal processes during laser materials interaction)

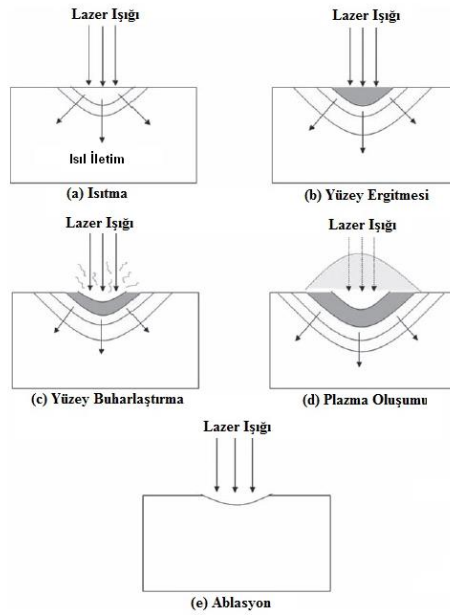
Lazerlerle yüzey modifikasyon uygulamalarında temel esaslardan biri kısa zaman aralığında yüksek şiddette lazer atımının hedef malzeme yüzeyine odaklanmasıyla malzeme yüzeyinde aşındırma meydana getirilmesidir [17 ve 18]. Lazerle malzeme etkileşimi sonucu meydana gelen lazerle aşındırma sürecini içeren uygulamaların başında; lazerle

delme, kesme, kaynak gibi işlemleri içeren lazerle malzeme işleme uygulamaları [17, 19, 20 ve 21], medikal cihazlar ve malzemeler, mikrosensörler, mikroelektronik gibi yapıların üretimini içeren lazerle mikro-işleme uygulamaları [17, 22 ve 23]; lazerle oluşturulan plazma spektroskopisini de içeren kimyasal analiz uygulamaları [17, 24 ve 27], nano-yapı üretimi [17 ve 28], film depolama [17, 29 ve 32], gibi uygulamalar gelmektedir. Lazerlerin geleneksel yöntemlere göre avantajlarının olması lazer uygulamalarını ilgi çekici hale getirir. Örneğin geleneksel mekanik yöntemlerle aşındırmanın zor olduğu malzemelerde lazerle mikroişleme mekanik aşındırma yöntemlerinin yerini almıştır [17 ve 33]. Lazerle işleme ısıl bir süreç olup sürecin etkinliği işlenecek malzemenin mekanik özelliklerinden ziyade ısıl ve optik özelliklerine bağlıdır. Lazerle işleme özellikle yüksek derecede kırılğan ya da sert malzemelerde geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında oldukça avantajlıdır [17 ve 34]. Lazerin temassız olarak yüksek hızda işlem yapabilmesi özelliği önemli bir avantaj olmakla birlikte, onu birçok konvansiyonel imalat yöntemine göre tercih edilebilir hale getirmektedir [35]. Lazerle malzeme arasındaki enerji iletimi ışın yoluyla gerçekleştiğinden malzemeye mekanik etkilerden kaynaklanan zararlar gelmez. Lazerler hızlı, temiz, hassas, temassız ve etkili işlem sağladığı için, biyomedikal, havacılık, elektronik, alanlarında üretim endüstrilerinde özellikle küçük parçaların üretiminde avantaj sağlar [17 ve 36]. Şekil 2'de lazerle malzeme işleme uygulaması şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2. Lazerle malzeme işleme uygulamasının şematik gösterimi  
[17 ve 37]  
(Figure 2. Schematic representation of laser materials processing  
applications [17 ve 37])

Lazerler ile uygulanan enerji yüzey üzerindeki istenilen noktaya çok hassas bir şekilde bırakılabilir. Bunun sonucunda, lazerler ile ~ 1µm'den daha küçük çukurlar yapılabilir. Lazerlerde ışın hareketi optik elemanlar ve bilgisayar ile kontrol edilerek önceden tasarlanmış şekilleri elde etmek mümkündür. Organik ve inorganik malzemelerin yüzeylerinde istenilen değişiklikler lazerler yardımıyla çok hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Işığın frekansının hassas kontrolü, frekans aralığının çok geniş olması, yüksek enerji yoğunluğu, ışığı odaklama kabiliyeti, hem ısıl hemde özgün uyarılmanın etkisini değiştirerek kaynaktaki darbe kabiliyetinin ve etkileşim zamanının kontrolüne olanak sağlaması ile lazerler hassas ve geniş yelpazede üretimi mümkün kılmaktadır. Lazerlerde işlemler 100 nanosaniyeden pikosaniyelik darbe zamanlarına kadar darbeli ve sürekli dalga şeklinde 1 milisaniyeden daha düşük etkileşim zamanlarına sahip olacak şekilde yapılabilir [35 ve 38].



Şekil 3. Farklı lazer güç yoğunluklarına bağlı olarak değişen lazer-malzeme etkileşiminin şematik gösterimi [35 ve 39]  
(Figure 3. Schematic representation of the changing laser-material interaction, depending on the different laser power densities [35 ve 39])

Lazerle biyomalzemelerin yüzey modifikasyonlarına yönelik olarak yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yayınlanmış olan çalışmalara bakıldığında lazerle ışınlanmış malzeme yüzeylerinin ıslatılabilirlik karakteristiklerinin etkilenebildiği bildirilmektedir. Yüzey işlemlerindeki temel problem, pürüzlülük oluşturma işlemi esnasındaki kontaminasyon olup implant yüzeyinin optimal yapısı lazer yöntemi kullanılarak pürüzlü hale getirildiğinde bu yüzey kirliliği engellenmiş olur. Lazer yüzey yapılandırma yöntemi implant yüzeylerinde, tam osteointegrasyona ulaşabilmek için gereken yüzey pürüzlülüğünü temiz bir şekilde sağlamanın yanında oldukça küçük toleranslarda işlem yapılması ile gelecek vadede bir yöntemdir [35]. Bu çalışmada lazer teknolojisi kullanılarak özellikle implantasyon başta olmak üzere sağlıktan uçak sanayine pek çok uygulama alanında kullanılan Ti6Al4V üzerinde önceden belirlenen lazer parametreleri ile mikro işleme denemeleri yapılmış ve mikroyapı görüntülemeleri gerçekleştirilmiştir.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Gerçekleştirilen deneysel çalışmada; vücut içi implant malzemesi olarak düşük yoğunluğu, yüksek korozyon direncinin yanında mekanik özellikleriyle de ön plana çıkan Ti6Al4V alaşımı kullanılmıştır. Plaka halinde temin edilen Ti6Al4V alaşımı istenilen ölçülere getirilebilmek için öncelikle hassas kesme cihazı ile kesildikten sonra sırasıyla 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 meshlik su zımparasıyla yüzeydeki pürüzler yok edilinceye kadar zımparalanmıştır. Zımparalamanın ardından sırayla 6 µm, 3 µm ve 1 µm elmas pastalar ile parlatma işlemi gerçekleştirilmiştir. Parlatma işleminin ardından numune yüzeyinde Nd:YAG 1064 nm lazer sistemi ile farklı enerji düzeylerinde atımlar gerçekleştirilerek yüzeyde gerçekleşen topografik değişiklikler incelenmiştir. Lazer işlemleri için Kocaeli Üniversitesi Lazer Teknolojileri Araştırma Uygulama Merkezi (LATARUM)'nde bulunan Nd:YAG kristalli 1064 nm dalga boylu nanosaniye lazer sistemi kullanılmıştır.

Lazer işleme için kullanılan sistemin özellikleri ve enerji dağılımları Tablo 3 içerisinde verilmiştir.

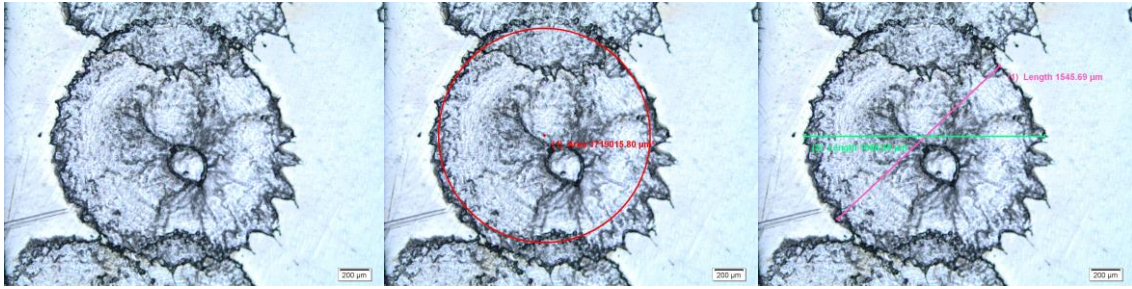
Tablo 3. Deneysel çalışmada kullanılan lazer sistem parametreleri  
(Table 3. Laser system parameters used in the experimental study)

Kod	Lazer Dalga Boyu (nm)		Frekans (Hz)
	1064 nm		10 Hz
	Gerilim (kV)	Enerji (mJ)	Güç (W)
L1	1,29	573	5,73
L2	1,32	650	6,50
L3	1,34	710	7,10
L4	1,36	750	7,50

Lazer işleme sonrası yüzey topografisinin belirlenmesi 2 adımda gerçekleştirilmiş olup ilk adımda Olympus BX51 marka mikroskopta yüzey görüntülemesi yapılmış ikinci adımda ise ve Ambios Xi-100 Plus profilometre ile yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir.

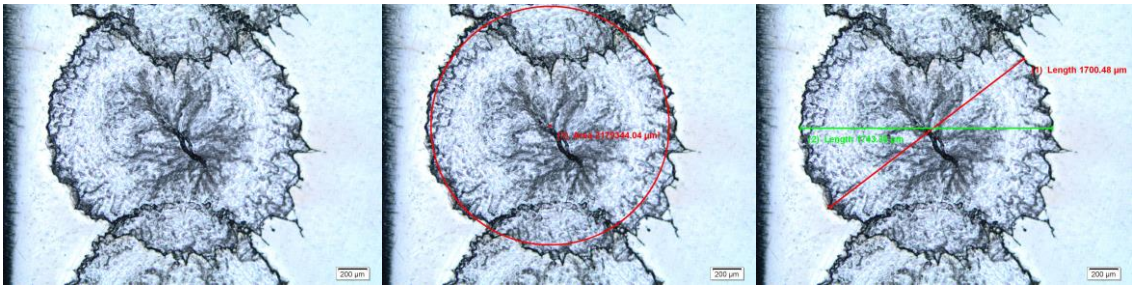
#### 4. BULGULAR (FINDINGS)

Tablo 3'te verilen parametreler doğrultusunda yapılan lazer atımları ile elde edilen yüzeylerin Olympus BX51 marka mikroskopta alınan yüzey görüntüleri Şekil 4-7'de verilmiştir.



Şekil 4. Kod L1 için mikroskop görüntülemesi  
(Figure 4. Microscope imaging of Code L1)

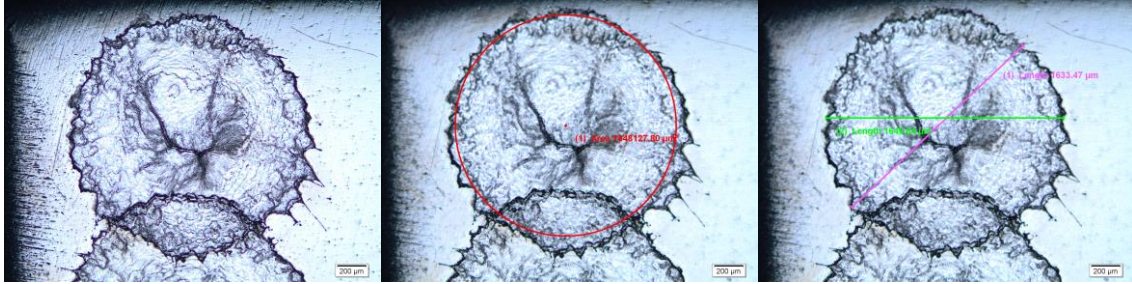
Kod L1 atımı için yüzeyde oluşan izin çap değeri 1,5 ile 1,7 mm arasında olup oluşturulan izin alanı yaklaşık  $1,7 \times 10^6 \mu\text{m}^2$  civarındadır. Oluşan izin geneli dairesel formda olup şeklin sağ alt tarafında dişli görünümü mevcuttur. İzin merkezinin sol kısmında uniform bir yüzey elde edilmiş iken merkezin sağ-alt bölgesinde sol kısma göre farklı yüzey topografisi mevcuttur.



Şekil 5. Kod L2 için mikroskop görüntülemesi  
(Figure 5. Microscope images of Code L2)

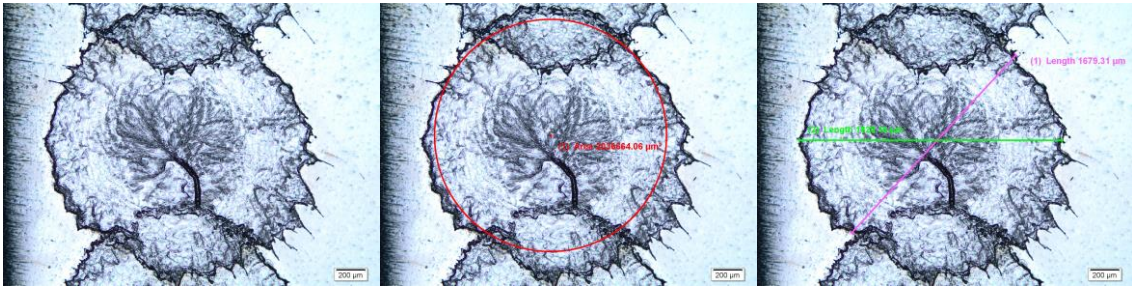
Kod L2 atımı için yüzeyde oluşan izin çap değeri 1,7 ile 1,8 mm arasında olup oluşturulan izin alanı yaklaşık  $2,1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$  civarındadır. Oluşan izin alanı Kod L1 numunesine göre %15-20 dolayında daha fazla olmakla birlikte izin geneli Kod L1 numunesine benzer şekilde dairesel formda olup şeklin sağ alt tarafında dişli görünümü mevcuttur ve izin merkezinin sol kısmında uniform bir yüzey elde edilmiş iken merkezin

sağ-alt bölgesinde sol kısma göre farklı yüzey topografisi mevcuttur. İz merkezinin sağ-alt bölgesindeki farklılık Kod L1 atımından farklı şekildedir.



Şekil 6. Kod L3 için mikroskop görüntülemesi  
(Figure 6. Microscope images of Code L3)

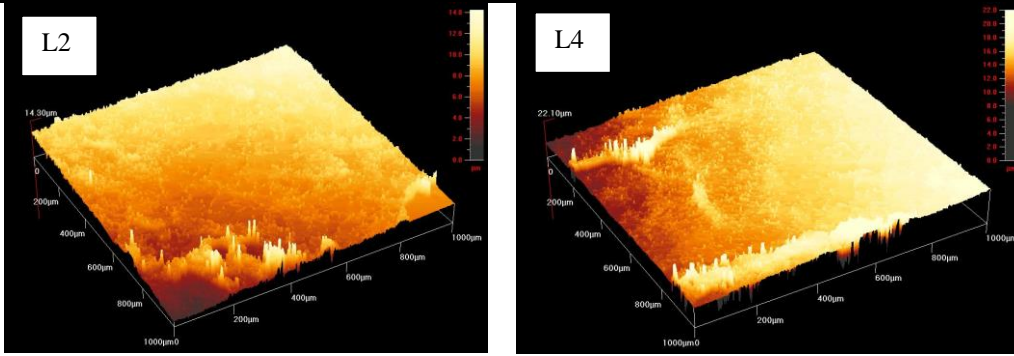
Kod L3 atımı için yüzeyde oluşan izin çap değeri 1,6 ile 1,7 mm arasında olup oluşturulan izin alanı yaklaşık  $1,8 \times 10^6 \mu m^2$  civarındadır. Oluşan izin alanı Kod L1 numunesine göre %5-10 dolayında daha fazla Kod L2 numunesine göre %10-15 civarında az olmasının yanında izin geneli Kod L1 ve L2 numunelerine benzer şekilde dairesel formda olup şeklin sağ alt tarafında dişli görünümü diğer yönlerdekilere göre daha nettir. İzin merkezindeki çatlak görünümü merkezden şeklin cidarlarına doğru dallanma yapmıştır.



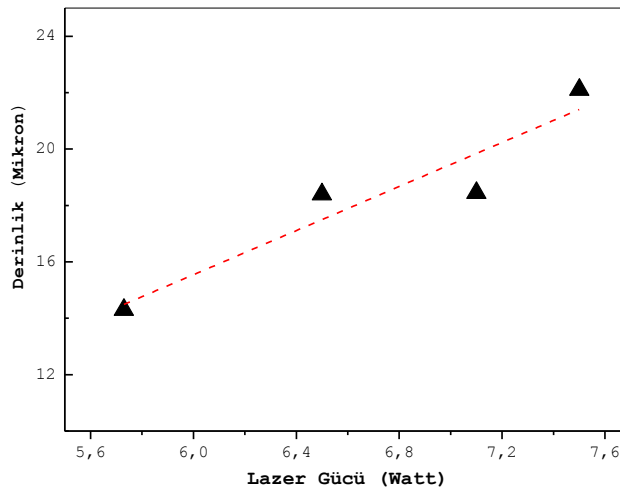
Şekil 7. Kod L4 için mikroskop görüntülemesi  
(Figure 7. Microscope images of Code L4)

Kod L4 atımı için yüzeyde oluşan izin çap değeri 1,6 ile 1,8 mm arasında olup oluşturulan izin alanı yaklaşık  $2,0 \times 10^6 \mu m^2$  civarındadır. Oluşan izin alanı Kod L1 numunesine göre %10-20 dolayında daha fazla olmakla birlikte Kod L2 numunesine oldukça yakındır. İzin geneli Kod L1, L2, L3 numunelerine benzer şekilde dairesel formda olup diğer izlere nazaran dairesellikten uzamaya doğru sapma mevcuttur. Kod L3 e ile karşılaştırıldığında izin merkezindeki ana kollar şeklinde yer alan çatlakın tek bir kol hariç görülmediği onun yerine çok daha ince oluşumlar görülmektedir. Kocaeli Üniversitesi LATARUM'da bulunan Ambios Xi-100 Plus profilometre ile yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Elde edilen profilometre görüntüleri Şekil 8'de verilmiştir. Profilometre görüntülerinde lazer atımı gerçekleştirilmiş yüzeylerin derinlik dağılımları mevcut olup farklı lazer güçleri ile 8 ila 22  $\mu m$  dolayında aşındırma yapıldığı tespit edilmiştir.





Şekil 8. Porfilometre görüntüsü (Figure 8. Profilometer images)



Şekil 9. Lazer gücü ile derinlik değişimi  
(Figure 9. Variation of dept with laser power)

##### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmada Nd:Yag (1064 nm) lazer kullanılarak Ti6Al4V üzerinde lazer enerji değişiminin malzeme yüzeyinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Buna göre:

- Nd:Yag lazer kullanılarak Ti6Al4V malzemesi üzerinde arzu edilen desenler oluşturulabilir.
- Artan lazer gücü ile oluşturulan iz derinliği artmaktadır.
- Bu çalışmanın devamı olarak lazer ile işlenmiş Ti6Al4V yüzeyinde biyoaktivite çalışmaları yapılarak; Ti6Al4V'da lazer ile yüzey işlemin hücre tutunma özelliklerine nasıl etki ettiği incelenebilir.

##### TEŞEKKÜRLER (ACKNOWLEDGMENTS)

Çalışmaya olan katkılarından dolayı Yrd.Doç.Dr. Rıdvan Ymanoğlu ve Uzman Levent Candan'a teşekkürlerimizi sunarız.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Günther, D., Scharnweber, D., Hess, R., Wolf-Brandstetter, C., Grosse Holthaus, M., Lasagni, A.F., Vilar, R., Almeida, A., Sima, F., Ristoscu, C., Duta, L., Gallet, O., Anselme, K., Mihailescu, I.N., Symietz, C., Krüger, J., Fadeeva, E., Schlie-Wolter, S., Chichkov, B.N., Paasche, G., Lenarz, T., Bandyopadhyay, A., Sahasrabudhe, H., Bose, S., Gillett, A., Waugh, D.G., Lawrence, J., Canguero, L.T., Le Quang, T.,

- Shah, F.A., Grandfield, K., Palmquist, A., Shukla, P., Cunha, A., and Oliveira, V., (2016). Laser Surface Modification of Biomaterials, Vilar, R., UK: Elsevier.
2. Atanasov, P.A., Stankova, N.E., Nedyalkov, N.N., Fukata, N., Hirsch, D., Rauschenbach, B., Amoruso, S., Wang, X., Kolev, K.N., Valova, E.I., Georgieva, J.S., and Arnyanov, St.A., (2016). Fs-Laser Processing of Medical Grade Polydimethylsiloxane (PDMS), Applied Surface Science, Sayı:374, ss:229-234.
3. Wei, Q., Li, S., Han, C., Li, W., and Cheng, L., (2015). Selective Laser Melting of Stainless-Steel/Nano-Hydroxyapatite Composites for Medical Applications: Microstructure, Element Distribution, Crack and Mechanical Properties, Sayı:222, ss:444-453.
4. Zhang, S., Wei, Q., Cheng, L., Li, S., and Shi, Y., (2014). Effects of Scan Line Spacing on Pore Characteristics and Mechanical Properties of Porous Ti6Al4V Implants Fabricated by Selective Laser Melting, Sayı:63, ss:185-193.
5. Gür, A.K. ve Taşkın, M., (2004). Metalik Biyomalzemeler ve Biyoyum, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, ss:106-113.
6. <http://www.ado.org.tr/alt.php?lang=&require=history&ID=259> [Erişim Tarihi: 14.08.2016].
7. Yetim, A.F., (2009). Biyomalzeme Olarak Kullanılan AISI316L Paslanmaz Çelik ve Ti6Al4V Alaşımının Plazma ile Nitrürleme Davranışı, Ti-DLC İnce Film Kaplama ile Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
8. Park, J.B. and Lakes, R.S., (1992). Biomaterials an Introduction, Second Edition, USA: Plenum Press.
9. Kurella, A. and Dahotre, N.B., (2005). Review paper: Surface Modification for Bioimplants: The Role of Laser Surface Engineering, Journal of Biomaterials Applications, 20, ss:5-50.
10. <http://biyoteknika.com.tr/index.php/analiz> Erişim Tarihi: 17.08.2016.
11. Yeniyoğlu, S., (2006). Saf Titanyum İmplant Yüzeylerinin Değişik Yöntemlerle Modifikasyonu ve Karakterizasyonu-in Vitro Çalışma, Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
12. Albrektsson, T., Branemark, P.I., Hansson, H.A., and Lindstrom, J., (1981). Osseointegrated Titanium Implants. Requirements for Ensuring a Long-Lasting, Direct Bone-To-Implant Anchorage in Man, Acta Orthop Scand, 52(2), ss:155-170.
13. Sennerby, L., Thomsen, P., and Ericsson, L.E., (1992). A Morphometric and Biomechanic Comparison of Titanium Implants Inserted in Rabbit Cortical and Cancellous Bone, Int.J.Oral Maxillofac Implants, 7(1), ss:62-71.
14. Brunette, D.M., Tengvall, P., Textor, M., Thomsen, P., (2001). Titanium in medicine, USA (New York): Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
15. Akman, E., (2012). Femtosaniye Lazerle Metalik Nanoyapıların Oluşturulması ve Biyolojik Uygulamaları, Doktora Tezi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Vorobyev, A.Y., Guo, C., (2007). Femtosecond Laser Structuring of Titanium Implants, Appl. Surf. Sci., 253, ss:7272-7280.
17. Demir, P., (2014). Nanosaniye Lazer Demetiyle Metal Malzemelerin Etkileşiminin Sayısal ve Deneysel İncelenmesi, Doktora Tezi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
18. Naqavi, I.Z., (2001). Conduction and Non-Conduction Limited Laser Heating Process-Mathematical Simulation, Master of Science Thesis, King Fahd University of Petroleum and Minerals, College of Graduate Studies, Dhahran, Saudi Arabia.



19. Miroshnikova, N., Sjö Dahl, M., Gren, P., and Sarady, I., (2005). Percussion Hole Drilling of Metals With a Fourth-Harmonic Nd:YAG Laser Studied by Defocused Laser Speckle Correlation, *Appl. Opt.*, 44, ss:3403-3408.
20. Ameer-Beg, S., Perrie, W., Rathbone, S., Wright J., Weaver W., and Champoux H., (1998). Femtosecond Laser Microstructuring of Materials, *Appl. Surf. Sci.*, 127-129, ss:875-880.
21. Marcinkevicius, A., Juodkazis, S., Watanabe, M., Miwa, M., Matsuo, S., Misawa, H., and Nishii, J., (2001). Femtosecond Laser-Assisted Three-Dimensional Microfabrication in Silica, *Opt. Lett.*, 26, ss:277-279.
22. Xu, X., Ryu, J.W., and Willis, D.A., (1999). Pulsed Laser Machining of Thin Films for Microsensor Development, *Laser Institute of America Conference Proceedings*, 88, ss:160-166.
23. Patel R.S., Redmond T.F., Tessler C., Tudryn D., and Pulaski D., (1995). Laser Via Ablation Technology for MCM-D Fabrication at IBM Microelectronics, *Int. J. Microcirc. Electron. Packaging*, 18, ss:266-273.
24. Yalukova, O., Miroshnikova, N., Gren, P., Sarady, I., and Sjö Dahl, M., (2005). Investigation of Laser Percussion Hole Drilling By Use of Speckle Correlation, *Appl. Opt.*, 44, ss:6338-6344.
25. Vertes, A., Gijbels, R., and Adams, F., (1993). *Laser Ionization Mass Analysis*, 1st ed., USA (New York): Wiley.
26. Radziemski, L.J. and Cremers, D.A., (1989). *Laser-Induced Plasmas and Applications*, 1st ed., USA (New York): Marcel Dekker Inc.
27. Winefordner, J.D., Gornushkin, I.B., Pappas D., Matveev, O.I., and Smith, B.W., (2000). Novel Uses of Lasers in Atomic Spectroscopy, *J. Anal. At. Spectrom.*, 15, ss:1161-1189.
28. Becker, M.F., Brock, J.R., Cai, H., Henneke, D.E., Keto, J.W., Lee, J., Nichols, W.T., and Glicksman, H.D., (1998). Metal Nanoparticles Generated By Laser Ablation, *Nanostructured Mater.*, 10, ss:853-863.
29. György, E., Pérez del Pino, A., Serra, P., and Morenza, J.L., (2002). Surface Nitridation of Titanium By Pulsed Nd:YAG Laser Irradiation, *Appl. Surf. Sci.*, 186, ss:130-134.
30. Von Allmen, M., (1987). *Laser Beam Interactions with Materials*, 1st Edition, Germany (Heidelberg): Springer.
31. Chrisey, D.B. and Hubler, G.K., (1994). *Pulsed Laser Deposition of Thin Films*, 1st Edition, USA (New York): Wiley.
32. Vijayalakshmi, S. and George, M.A., (1998). Sturmann, J., Grebel, H., *Pulsed Laser Deposition of Si Nanoclusters*, *Appl. Surf. Sci.*, ss:378-382.
33. Han, W., (2004). *Computational and Experimental Investigations of Laser Drilling and Welding for Microelectronic Packaging*, Doctor of Philosophy Thesis, England, Worcester: Worcester Polytechnic Institute.
34. Bertolotti, M., (1983). *Physical Processes in Laser-Materials Interactions*, 1st ed., USA (New York): Plenum Press.
35. Çelen, S., (2011). *Lazer Yüzey Yapılandırılması İle Oluşturulan Titanyum İmplant Yüzeylerinin Mekanik ve Morfolojik Analizleri*, Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
36. Steen, W.M., (2003). *Laser Material Processing-An Overview*, *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.*, 5, ss:3-7.
37. <http://www.trumpf-laser.com/en/solutions/applications/laser-cutting/drilling.html> [Erişim Tarihi: 17.08.2016]
38. Hao, L. and Lawrence, J., (2005). *Laser Surface Treatment of Bio-Implant Materials*, UK: John Wiley and Sons Ltd.
39. Dahotre, N.B. and Harimkar, S.P., (2008). *Laser Fabrication and Machining of Materials*, USA: Springer.



**Ahmet Koca**

**Halil İbrahim Yamaç**

Fırat University, Elazığ-Turkey  
dr.koca.ahmet@gmail.com; halilymc@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A21PB>

### **DALGA TANKINDA DALGA ÜRETİMİNİN SAYISAL ANALİZİ**

#### **ÖZ**

Günümüzde araştırmacılar deniz ve okyanus dalgalarının hidrodinamik etkileri üzerine çalışmaktadırlar. Bu çalışmalar enerji üretimi, dalga kıran tasarım ya da gemilerin yüzmeye davranışları ile ilgilidir. Bu tip çalışmalarda sayısal benzetimler maliyet ve zaman açısından verimlidir. Sayısal Dalga Tankları (SDT) okyanus ve deniz dalgalarının benzetimi için modellenir. Çalışmada Sayısal benzetim için FLUENT paket programı kullanılmıştır. Akışkan Hacmi çok faz modeli yerçekimi dalgalarının benzetimi için seçilmiştir. Kullanıcı Tanımlı Fonksiyon (KTF) zamana bağlı çözüm sırasında kullanılmıştır. Piston tipi dalga üretici teorisi üç boyutlu (3B) ortama farklı dalga karakteristik özelliklerinde dalgalar üretmek için uygulanmıştır. Basınç konturları, akışkan hacmi modeli, akışkan hızlarının topolojisi çalışmanın sonuçlarıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Sayısal Dalga Tankı, Dalga Üretici, Akışkan Hacmi Modeli, Kullanıcı Tanımlı Fonksiyon, Fluent

### **NUMERICAL ANALYSIS OF WAVE GENERATION IN A WAVE TANK**

#### **ABSTRACT**

Nowadays, researchers work on hydrodynamic effects of sea and ocean waves. These studies are about energy generation, designing breakwaters or floating behaviour of ships. Numerical simulations are cost and time efficient for these researches. Numerical Wave Tanks (NWT) are modeled to simulate ocean and sea waves. In this study FLUENT package is used for numerical simulation. Volume of Fluid (VOF) multiphase model is chosen to simulate gravity waves. User Defined Function (UDF) is used while transient solution. Piston type wave-maker theory is applied three dimensional (3D) domain to generate waves at different wave parameters. Pressure contours, VOF model (volume of phases), topology of velocities of fluid are results of this paper.

**Keywords:** Numerical Wave Tank, Wave Maker, Volume of Fluid Method, User Defined Function, Fluent



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deniz yüzeyinde oluşan su dalgaları; üç boyutlu karakterde ve karışık rastgele özelliklere sahip, periyodik su hareketleridir. Dalgaların katı bir cisimle karşılaşması sonucu katı yüzeyine aktarılan momentum su hareketleri sonucunda oluşmaktadır. Katı cisim üzerine etki eden kuvvetlerin ve oluşan basınçların analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Etkileşimi sayısal olarak gözlemleyebilmek için öncelikle dalgaların oluşturulması gerekmektedir. SDT (Sayısal Dalga Tankı) benzetimleri HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) paket programlarında farklı kabuller gerçekleştirilerek yapılmaktadır. Benzetimler istenilen özellikte dalgaların oluşturulmasına imkan vermektedir. Çalışmada üç boyutlu SDT modeli oluşturulmuş Kullanıcı Tanımlı fonksiyon (KTF) kullanılarak dalgaların üç boyutlu ortamda benzetimi gerçekleştirilmiştir. SDT konusunda birçok çalışma bulunmaktadır.

Liang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, hidrostatik olmayan bir sistemde dalga kıranlardan kaynaklı akışkan davranışı ve akışkanın dalga kıranlara etkisi, sayısal ve deneysel olarak incelenmiştir. Dalga kıranlardan dolayı dalga profilinde oluşan değişimler gözlemlenmiştir [1]. Dong ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, Navier-Stokes (N-S) denklemlerine dayanan Volume of Fluid (VOF) metodları kullanılarak iki ve üç boyutlu sayısal dalga tanklarında doğrusal olmayan sığ dalgalar üretilmiştir. Dinamik ağ yapısı kullanılarak knoidal dalgaların benzetimi yapılmıştır. Dalgaların bir katı cisme çarparken oluşturduğu şekiller incelenmiştir [2]. Finnegan ve Goggins'in yaptıkları çalışmada, sıvı/katı etkileşimlerini incelemek için okyanus dalgalarının modellenmesini sayısal dalga tankında yapılmıştır. Doğrusal dalgaların oluşturulmasında Lineer Dalga Teorisi ve Fourier analizlerinden faydalanılmıştır. Su parçacığı hareketleri, analitik çalışmaların sayısal benzetimle kıyaslaması yapılırken zamana bağlı olarak değerlendirilmiştir. Yüzen bir cisim için dalga enerjisi dönüşüm sistemi incelenmiştir. Modelin yüksek genlikli ve düşük frekanslı dalgalar için daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu sonucuna ulaşılmıştır [3]. Zhu ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, SDT modellemesinde RANS (Reynolds-averaged Navier Stokes) denklemlerinden faydalanarak ayrıca farklı bölgeler oluşturmak için KTF kullanılarak HAD programına momentum kaynakları ekleneceği tanımlanmıştır. Dalga üretici, dalga oluşumu ve dalga sönümlenmesi ile dalgaların en uygun modele sahip olduğu çalışma bölgesi olmak üzere SDT bölgelere ayrılmıştır [4]. Oijeh ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, RANS denklemleri ve VOF benzetimleri ile ekstrem dalga modellerinin kinematik incelemesi yapılmıştır. Deniz yüzeyinde görülen en yüksek (ekstrem) dalgalar incelenmiştir [5]. Liu ve Lin arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, FVM (Finite Volume Method), DMT (Dynamic Mesh Technique) ve VOF modelleri kullanarak SDT benzetimi yapılmıştır. KTF yardımıyla pedal dalga üreticisi olarak kabul edilen yüzey hareket ettirilmiştir. Bu işlemi farklı ağ yapılarında değerlendirerek kıyaslamalarda bulunmuştur [6]. Saincher ve Banerjee'nin yaptıkları çalışmada, dalga kanalında flap type (çarpma tipi) dalga üretici sayısal ve deneysel olarak incelenmiştir. Orta derinlikli ve derin dalgalar üretilmiştir. N-S denklemleri doğrultusunda SDT benzetimi VOF modeli kullanılarak yapılmıştır [7]. Liaghat ve ayrıca Raja'nın yüksek lisans tez çalışmalarında, katı-sıvı kuvvet etkileşim analizleri, malzeme yapısının akışkan etkisi ile değişimi yapılan benzetimlerle incelemiştir [8 and 9]. Liu ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, RANS denklemlerine dayanan sayısal benzetim VOF metodu kullanarak iki boyutlu SDT modellemesi için yapılmıştır [10]. Wang ve Liu'nun yaptıkları çalışmada, zamana bağlı dalga üretimi gerçekleştirilerek

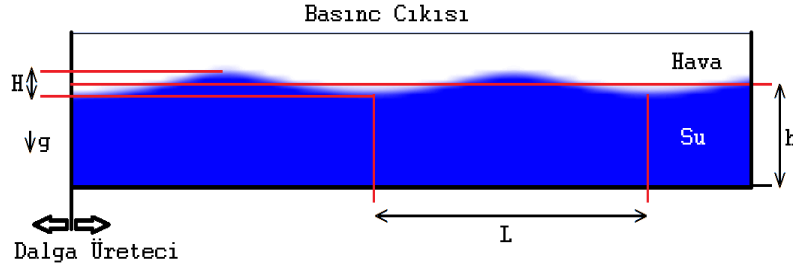
yüzey yüksekliği parametresinin zamana bağlı değişimi sonuçları alınmıştır [11]. Liang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, SDT içerisinde oluşacak ekstrem dalgalar modellenmiştir. Oluşturulan düzgün olmayan dalgaların değişken özelliklerinin uygun olduğu görülmüştür. Hesaplanan ve deneysel sonuçlarla elde edilen yatay hızlar birbirini güvenilir kılmaktadır [12].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Çalışmada, düzenli yer çekimi dalgaları (yüzey dalgaları) benzetimi gerçekleştirilecektir. Düzenli dalgalar, her zaman diliminde aynı özelliği gösteren davranışları iyi tanımlanmış dalgalardır. Modellemeler yapılırken ANSYS HAD programı kullanılarak üretilen dalğanın özellikleri (boy, genlik, periyot, vb.) görsel hale getirilmiş, basınç ve akışkan hızları elde edilmiş, dalğanın ilerlemesi hava ve su olarak iki faz ile (VOF, mixture) gerçekleştirilmiştir. Hareketli ağ yapısı olarak "Layering" kullanılmıştır. Akışın modellenmesi sırasında ağ yapısının hareketli kabul edilmesinden dolayı çözüm zamana bağlı (Transient) ve k-epsilon turbülans modeli seçilerek modellenmiştir. Hareketli ağ yapısında kullanıcı tanımlı fonksiyonlar (KTF) C programlama dilinde "DEFINE\_CG\_MOTION" başlığı altında sistemdeki dinamik değişkenler dalga elde etmek için yazılmıştır. KTF programın Fluent modülü içerisine tanıtılmıştır.

## 3. SAYISAL ÇALIŞMA (NUMERICAL STUDY)

Sinüzoidal bir dalğanın özellikleri incelenirken dalga teorisine göre, tepe ve çukurların yerlerinin geometrik olarak sonsuz doğrulardan oluştuğu söylenebilir. Bu doğrular sonsuz uzunlukta paralel ve eşit aralıklıdır. Herhangi bir düzlem bu doğrulara dik kesit oluşturduğunda dalga dizisine ait profil oluşur. Dalgayı oluşturan değişkenler profil görüntüsü üzerinde Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Sayısal dalga havuzu ve dalga değişkenleri  
(Figure 1. Numerical wave tank and wave parameters)

'h' su derinliği, 'H' dalga yüksekliği, 'L' dalga boyu, 'g' yerçekim ivmesidir. İki tepe noktası arası mesafeyi dalğanın katedebilmesi için gereken zaman 'T' dalga periyotudur.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (1)$$

Yer çekimi dalgaları, kinematic su yüzeyi sınır koşulu, dinamik su yüzeyi sınır koşulu ve yatay taban sınır koşulunu sağlamalıdır [13]. Profil değişimi olmadan dalgaların sonsuz uzandığı kabul edildiğinde yerçekimi dalgalarının hızlarını yatay ve dikey olarak ele alınabilir [13-15].

$$u = Agk \frac{\cosh[k(z+h)]}{\omega \cosh(kh)} \cos(kx - \omega t) + A^2 \omega k \frac{\cosh 2k(k+z)}{\sec^4(kh)} \cos 2(kx - \omega t) \quad (2)$$

$$w = Agk \frac{\operatorname{sech}[k(z+h)]}{\omega \operatorname{sech}(kh)} \sec(kx - \omega t) + A^2 \omega k \frac{\operatorname{sech} 2k(k+z)}{\cos^4(kh)} \sec 2(kx - \omega t) \quad (3)$$

'u' yatay hız bileşeni, 'w' dikey hız bileşenidir. 'A' dalga genliği, 'x' yatay yer değiştirme, 'z' tabana dik su yüzeyinde suyun yer değiştirmesidir. 'k' dalga numarasıdır: 'k=2π/L' dir. 'ω' dalga frekansdır: 'ω=2π/T' dir.

Dalga üretimi yapmak için piston tipi dalga üretici kullanılmıştır. Şekil 1'de görülen dalga üretici olarak kabul edilen duvarın hareketi dalganın özelliklerini belirlemektedir. 'S' duvarın hareketi, 'S<sub>0</sub>' dalga üreticinin maksimum yer değiştirmesi kabul edilirse dalga üretici denklemi:

$$\left(\frac{H}{S}\right)_{piston} = \frac{2(\cosh(2kh) - 1)}{\sinh(2kh) + 2kh} \quad (4)$$

$$X(t) = \frac{S_0}{2} \left(1 - e^{-\frac{5t}{2T}}\right) \sin(\omega t) \quad (5)$$

Denklem 5'te duvarın yer değiştirme fonksiyonu ifade edilmiştir. ANSYS Fluent paket programında KTF yazılabilmesi için gerekli değişken hız olduğundan Denklem 5'in türevi alınması sonucu hız denklemi bulunmuştur.

$$V(t) = \left(\frac{S_0}{2}\right) \left(1 - e^{-\frac{5t}{2T}}\right) \omega \cos(\omega t) + \frac{5}{2T} e^{-\frac{5t}{2T}} \sin(\omega t) \quad (6)$$

Akışkan hacmi metodu (Volume of Fluid VOF) ANSYS Fluent paket programında karışmayan birden fazla akışkanın modellenmesinde kullanılmaktadır. Hacim fraksiyonu değişkeni 'α<sub>q</sub>' her faz için benzetim geometrisinin bölündüğü hücrelere değişken olarak tanımlanır. Hücre değişkenleri ve bunlara bağlı özellikler, fazların birisi veya karışım (geçiş bölgesi) olarak gösterilmekte ve sonrasında hacim fraksiyonları bir araya toplanmaktadır. 'α<sub>q</sub>' durumları ifade edilirse:

α<sub>q</sub> = 0 hücre q (1,2,3...) numaralı akışkan için boşdur.

α<sub>q</sub> = 1 hücre q (1,2,3...) numaralı akışkan için tamamen doludur.

0 < α<sub>q</sub> < 1 hücre q (1,2,3...) numaralı akışkan için geçiş yüzeye sahip hücre içerisinde birden fazla faz bulunmaktadır [16].

$$\frac{1}{\rho_q} \left[ \frac{\partial}{\partial t} (\rho_q \alpha_q) + \nabla \cdot (\rho_q \alpha_q \vec{v}_q) \right] = \sum_{p=1}^n (\dot{m}_{pq} - \dot{m}_{qp}) \quad (7)$$

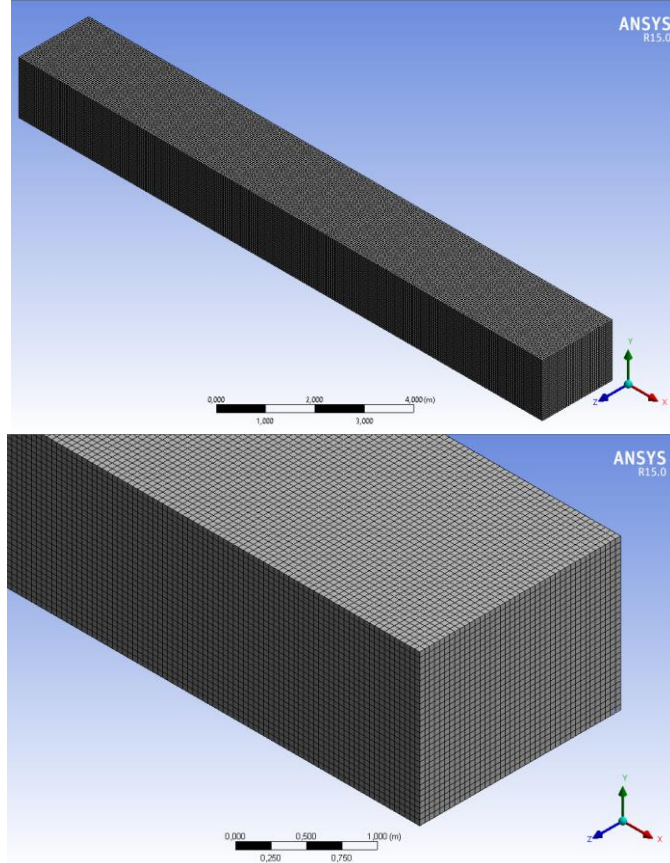
$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \vec{v}) + \nabla (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot [\mu (\nabla \vec{v} + \nabla \vec{v}^T)] + \rho \vec{g} + \vec{F} \quad (8)$$

'm<sub>qp</sub>' 'q' fazından 'p' fazına kütle transferi, 'm<sub>pq</sub>' 'p' fazından 'q' fazına kütle transferidir. 'p' static basınç, 'F' dış kuvvetleri, 'ρ' özkütleyi, 'μ' viskoziteyi ifade etmektedir.

Sonlu hacimler yönteminde işlem yapılacak hacim sonlu elemanlara ayrılarak her hücre için işlemler daha basit hale getirilir ve sonrasında bu hücrelerden elde edilen sonuçlar birbirleriyle birleştirilir. Karmaşık yapıya sahip şekiller üzerinde analiz

yapılmasına imkan sağlayan bu yöntem ANSYS Fluent modülünde çözüm öncesinde ağ yapıları oluşturulmasını gerektirir.

Bu çalışmada 15 m uzunluğunda 1,5 m yüksekliğinde ve 2 m genişliğinde bir hacim oluşturulmuştur. Oluşturulan hacim içerisinde su ve hava fazları bulunmaktadır. Farklı durumlar için su ve havanın hacimleri değişkenlik göstermektedir. Ancak toplam hacim her durum için aynı kabul edilmiştir. Bu çalışmadaki tüm durumların ağ yapıları ve toplam hacimleri aynıdır. Ağ yapısı Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Sayısal dalga tankı ağ yapısı  
(Figure 2. Numerical wave tank mesh structure)

Şekil 2'de ağlara ayrılmış tüm geometri ve geometrinin bir kesitine ait ağ yapısı görülmektedir. Ağ yapısında herhangi bir bozukluk bulunmamaktadır. Ağ yapısı içerisinde her bir hücre kenar uzunluğu 0.05 m olan küpler oluşturularak geometri sonlu hacimlere bölünmüştür.

Çalışmada altı adet durum incelenecektir. Durumlarda su derinlikleri, dalga genlikleri ve dalga boyları değişkenlik göstermektedir. Tüm durumlarda dalga periyodu 1,5 saniyedir. Bu durumlara dair dalga değişkenleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Analiz edilen durumların dalga değişkenleri  
(Table 1. Wave parameters of the analyzed cases)

	Durum 1	Durum 2	Durum 3	Durum 4	Durum 5	Durum 6
h(m)	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00
H(m)	0,14	0,14	0,28	0,28	0,42	0,42
L(m)	2,8	3,4	2,8	3,4	2,8	3,4

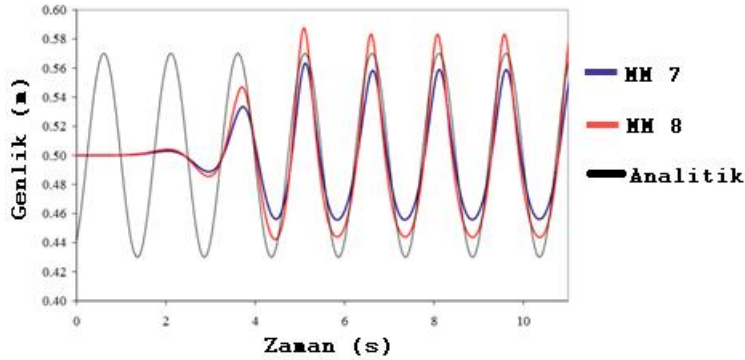


#### 4. SAYISAL ANALİZ BULGULARI (NUMERICAL ANALYSIS RESULTS)

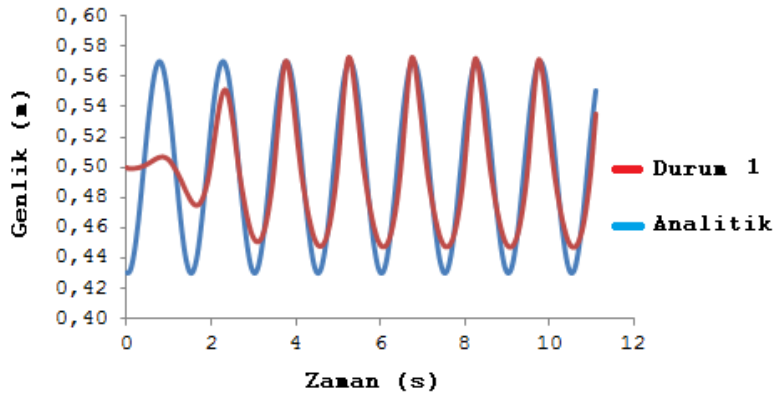
Sayısal çalışmalarda doğrulama yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü analizin yapıldığı programlar, tanımlanan sınır şartları doğrultusunda her zaman sonuçlar vermektedir. Bu sonuçların güvenilirliğinin ispatı için analitik ve/veya deneysel çalışmalar ile kıyaslanarak doğrulama yapılabilir. Bir diğer doğrulama yöntemi ise literatürdeki başka bir sayısal çalışma ile yapılan çalışmanın kıyaslanmasıdır.

Yapılan çalışma Gomes ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile kıyaslanmıştır [15]. Şekil 3'te Gomes'in çalışmasındaki Mobile Method 7 ve Mobile Method 8 sonuçları ile analitik sonuçları karşılaştırılmaktadır. MM 7'nin dalga parametreleri Tablo 1'de gösterilen Durum 2 dalga değişkenleri ile aynıdır. MM 8'in dalga parametreleri Tablo 1'de gösterilen Durum 1 dalga değişkenleri ile aynıdır.

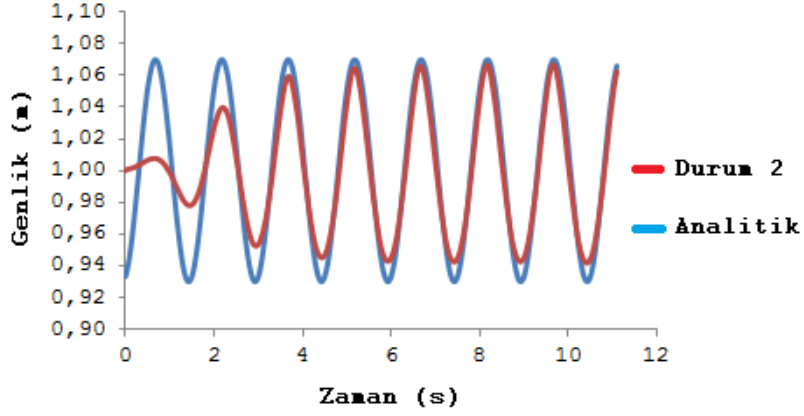
Durum 1 ve Durum 2 için Şekil 4 ve Şekil 5'teki grafikler oluşturulurken su yüksekliği ölçümleri SDT'nin sol duvarından 1,5 m ileride tanımlanan profil görüntüsü üzerindeki çizgiden alınmıştır. Durum 1 için başlangıç su derinliği 0,5 m, Durum 2 için başlangıç su derinliği 1 m olarak modellenmeler yapılmıştır. Gomes'in çalışması ile Durum 1 ve durum 2'nin sonuçlarının benzerliği Şekil 3-5'te görülmektedir. Doğrulama çalışması neticesinde analitik sonuçlar ve literatürdeki başka bir çalışma sonuçları ile kıyaslamalar yapılmış ve güvenilirlik ortaya konmuştur.



Şekil 3. Sayısal analiz ile analitik sonuçların karşılaştırması [15]  
(Figure 3. Comparison of numerical analysis vs analytic results [15])



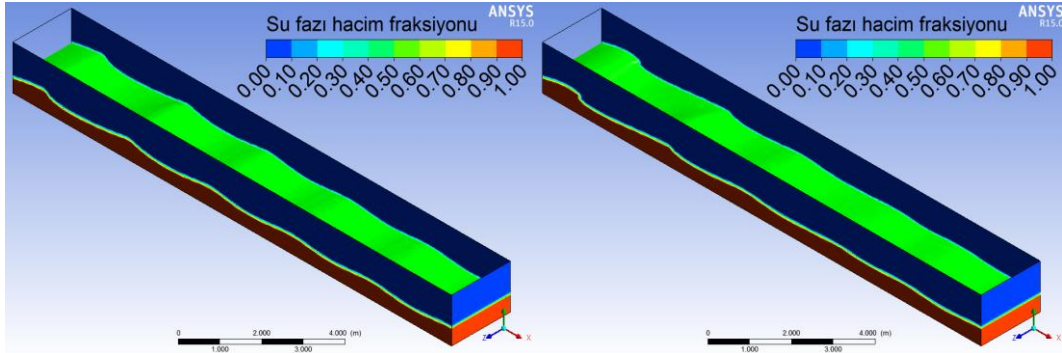
Şekil 4. Durum 1 sayısal analiz ile analitik sonuçların karşılaştırması  
(Figure 4. Case 1 Comparison of numerical analysis vs analytic results)



Şekil 5. Durum 2 sayısal analiz ile analitik sonuçların karşılaştırması

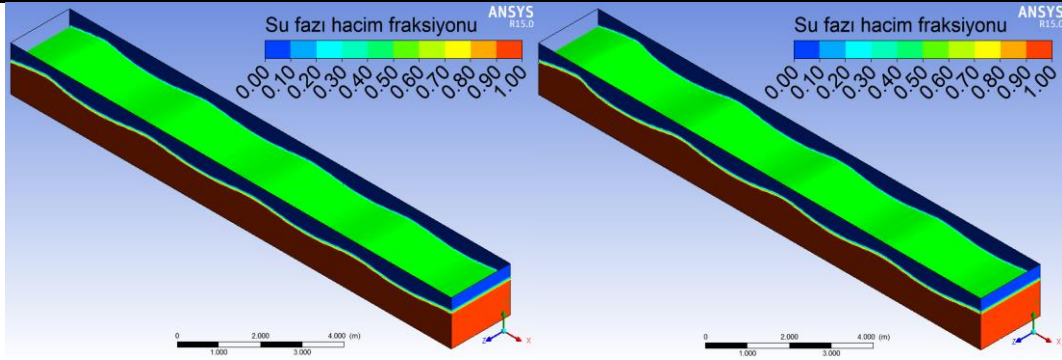
(Figure 5. Case 2 Comparison of numerical analysis and analitic results)

Şekil 6 ve Şekil 7'de analizin 20.saniyesi için SDT faz konturları görüntüleri bulunmaktadır. Hacim fraksiyonunun '0.5' değerine sahip olduğu isosurface yeşil renkte gösterilmiştir. Hacim fraksiyonunun '1' olduğu su fazı kırmızı, hacim fraksiyonunun '0' olduğu hava fazı mavi ile gösterilmiştir. Sinüzoidal dalgaların oluştuğu ve durumlarda değişken kabul edilen dalga genliği ve dalga boyları arasında farklar görülmektedir. Şekil 6b'de derinliğin dalga boyuna oranı küçük olduğundan oluşan konturdan da anlaşılacağı üzere oluşan dalgaların istenilen özellikler sahip olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.



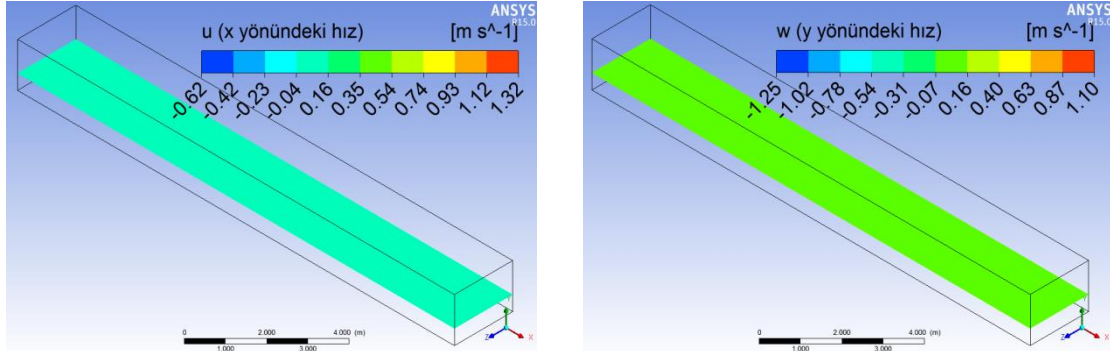
Şekil 6.  $t = 20$  s Su fazı hacim fraksiyonu a) Durum 3(sol) b) Durum 5(sağ)

(Figure 6.  $t = 20$  s Water volume fraction a)Case 3(left) b)Case 5(right))

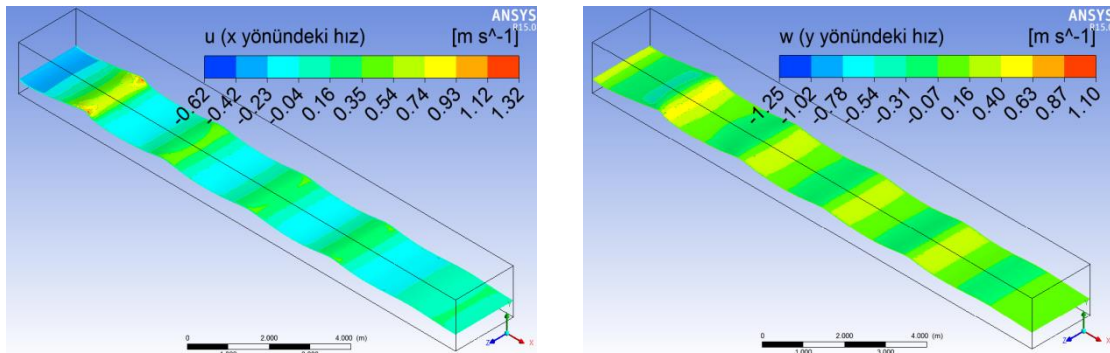


Şekil 7.  $t = 20$  s Su fazı hacim fraksiyonu a) Durum 4 (sol) b) Durum 6 (sağ)  
(Figure 7.  $t = 20$  s Water volume fraction a) Case 4 (left) b) Case 6 (right))

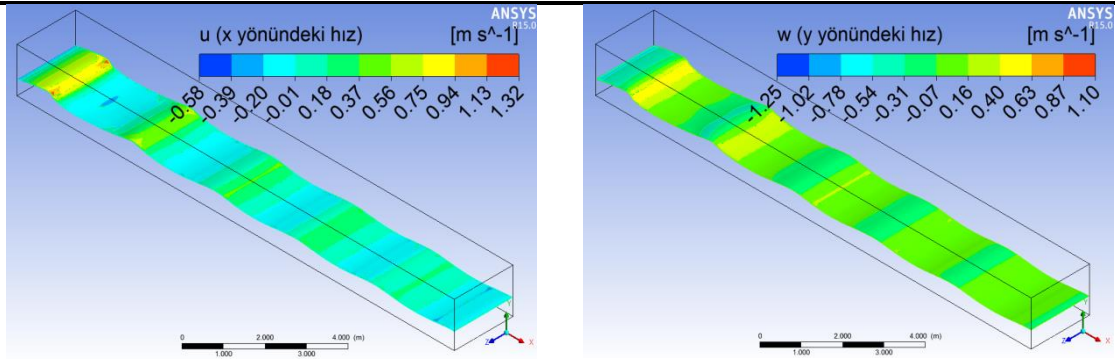
Şekil 8-10'da Durum 3 için zamanla su yüzeyindeki hız değerlerinin değişimi görülmektedir. Hızların sıfırın altına düşmesi su yüzeyinde parçacıkların eliptik hareket ettiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar kinematik su yüzeyi sınır koşulunun sağlandığını göstermektedir.



Şekil 8. Durum 3 için  $t = 0$  s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 8. Case 3  $t = 0$  s velocities a) in x direction b) in y direction)

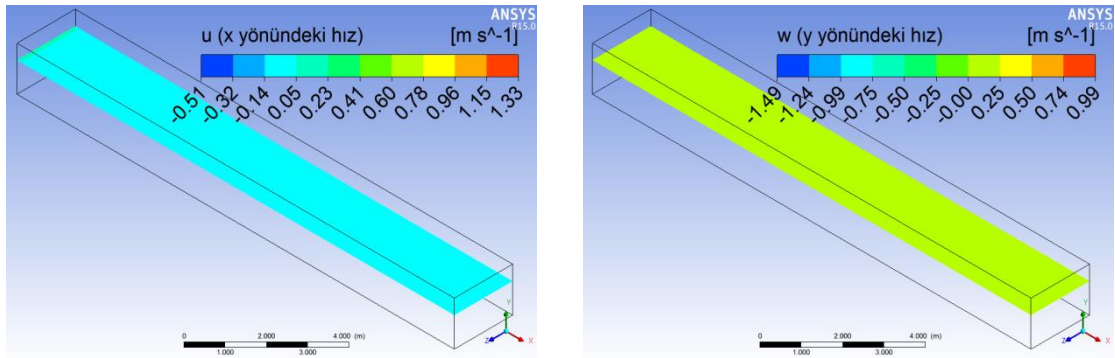


Şekil 9. Durum 3 için  $t = 10$  s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 9. Case 3  $t = 10$  s velocities a) in x direction b) in y direction)

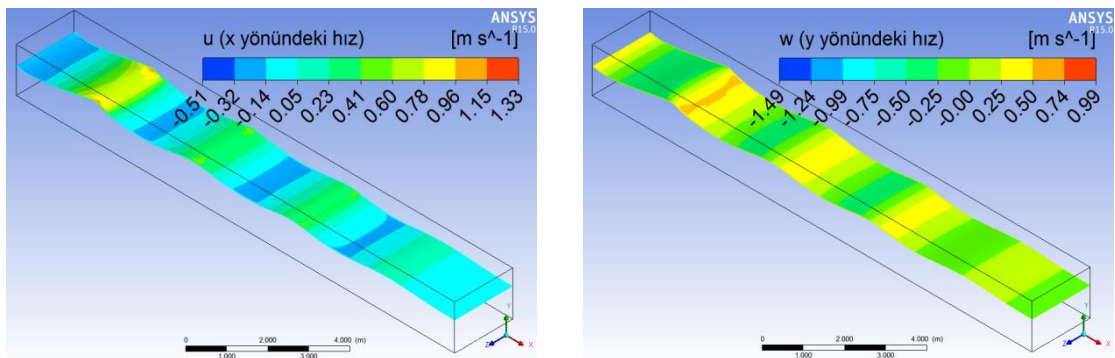


Şekil 10. Durum 3 için t = 20 s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 10. Case 3 t = 20 s velocities a) in x direction b) in y direction)

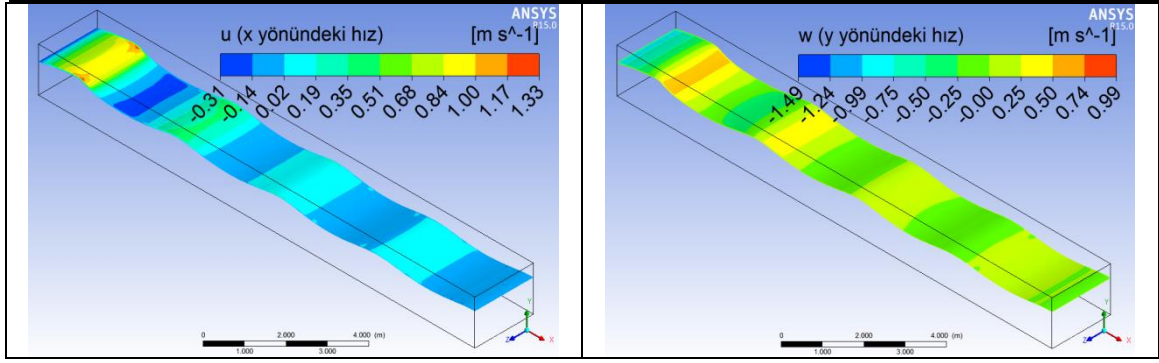
Şekil 11-13'de Durum 6 için zamanla su yüzeyindeki hız değerlerinin değişimi görülmektedir. Dalgaların tepe ve çukur noktalarında mutlak hız değerlerinin maximuma ulaştığı görülmektedir. Şekil 8-13 su yüzeyinde akışkan hızlarının zamana, su derinliğine, dalga genişliğine ve dalga boyuna bağlı olarak değişim gösterdiği sonucunu ortaya koymuştur.



Şekil 11. Durum 6 için t = 0 s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 11. Case 6 t = 0 s velocities a) in x direction b) in y direction)

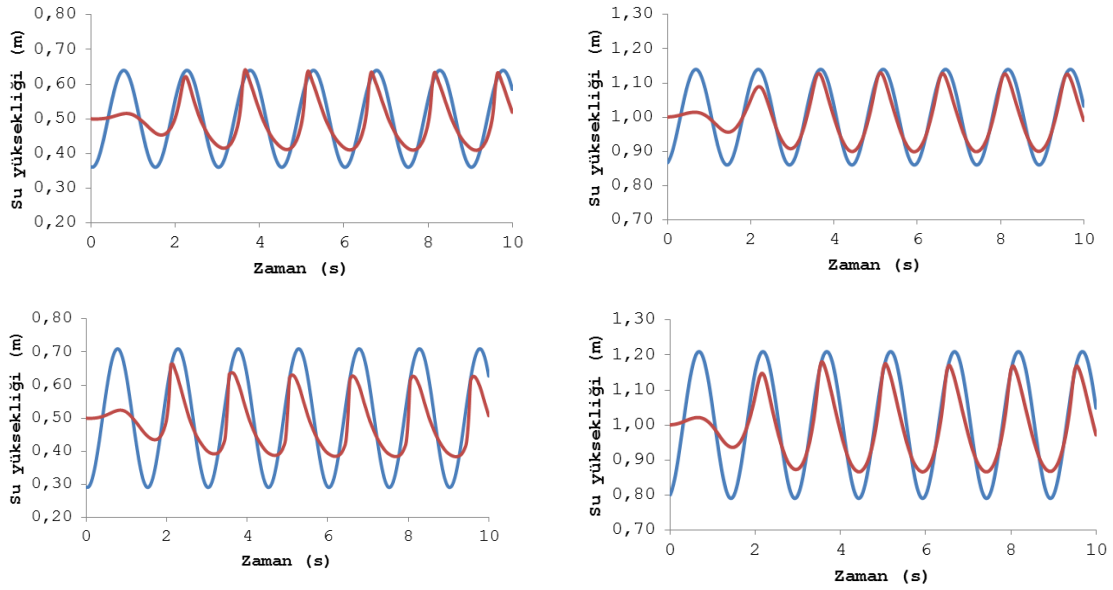


Şekil 12. Durum 6 için t = 10 s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 12. Case 6 t = 10 s velocities a) in x direction b) in y direction)



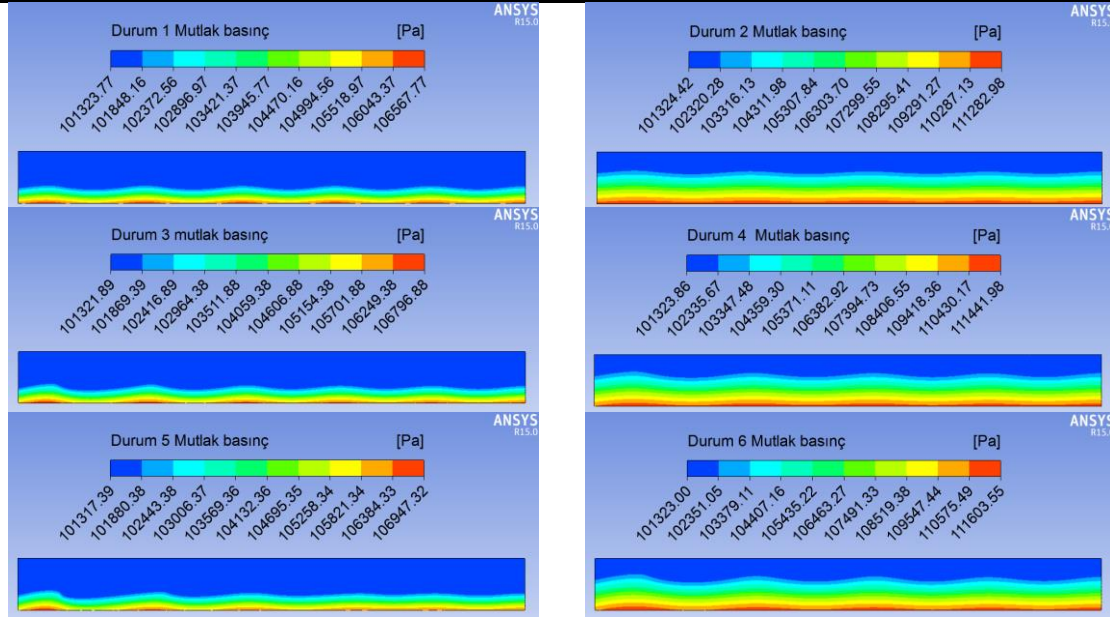
Şekil 13. Durum 6 için t = 20 s a) x yönündeki hız b) y yönündeki hız  
(Figure 13. Case 6 t = 20 s velocities a) in x direction b) in y direction)

Şekil 14'teki grafiklerde sayısal sonuçların analitik sonuçlara benzerliği ortaya konmuştur. En uygun sonuçlar Durum 4, hatası en yüksek sonuçlar Durum 5 için ortaya çıkmıştır. Dalga boyunun su derinliğine oranı sonuçları etkilemektedir. Çalışmada en uygun oran 3,4'tür. Bu oran küçüldükçe oluşturulan dalgalarda bozulma meydana gelmektedir.



Şekil 14. SDT zamana bağlı su yüksekliği grafiği  
a) Durum 3 b) Durum 4 c) Durum 5 d) Durum 6  
(Figure 14. NWT water depth vs time graph  
a) Case 3 b) Case 4 c) Case 5 d) Case 6)

Şekil 15'te tüm durumlar için mutlak basınç değerleri görülmektedir. Analiz sırasında tankın üst alanı açık hava basıncı değerine sahip basınç çıkışı olarak tanımlandığı ve hava fazının bu basınç değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Su fazı içerisinde derinlere inildikçe basıncın arttığı SDT profil görüntüsünde bulunmaktadır.



Şekil 15. SDT t = 20 s Mutlak basınç değerleri  
(Figure 15. NWT t = 20 s Absolute pressure values)

## 5. SONUÇ (CONCLUSION)

Çalışmada, SDT benzetimi gerçekleştirilmiş, belirlenen karakteristikte dalgalar zamana bağlı olarak modellenmiştir. Sayısal çalışmanın sonuçları analitik sonuçlarla kıyaslanmıştır. Kullanılan yöntemlerle oluşturulan SDT benzetimleri yer çekimi dalgaları için uygun sonuçlar vermiştir. Su derinliği dalga uzunluğu oranı sonuçları etkilemekte olduğundan benzetim çalışmaları sırasında bu orana dikkat edilmelidir. Hacim fraksiyonu, hız profilleri ve basınç değerleri üç boyutlu tank içerisinde net bir şekilde gözlemlenebilmektedir.

SDT çalışmaları ileri aşamada akışkanın katı yüzeye olan etkisinin belirlenebilmesi için yapılacak çalışmalara temel oluşturmaktadır. Akışkan içerisine tanımlanacak duran ya da hareketli cisimlerle dalga enerjisi dönüşüm sistemleri, yüzen cisimlerin davranış analizleri, su içinde bulunan yapıların akışkan hareketine etkisi incelenebilir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Liang, B., Wu, G., Liu, F., Fan, H., and Li, H., (2015). Numerical Study of Wave transmission over double Submerged Breakwaters using Non-Hydrostatic Wave Model, *Oceanologia*, 57, 308-317.
2. Dong, Z. and Zhan, J-M., (2009). Numerical Modelling of Wave Evolution and Runup in Shallow Water, *Journal of Hydrodynamics*, 21, 6, 721-738.
3. Finnegan, W. and Goggins, J., (2015). Linear Irregular Wave Generation in a Numerical Wave Tank, *Applied Ocean Research*, 52, 188-200.
4. Zhu, Y., Li, Y., Tao, A., and Zhang, J., (2015). Numerical Modeling of wave Interaction with Double Curtain-wall Breakwater, *Procedia Engineering*, 116, 1009-1018.
5. Oijeh, N.C., Barltrop, N.D.P., and Xu, L., (2009). RANS Investigation of Kinematics of an Alternative Extreme Wave, *Ocean Engineering*, 36, 1415-1525.



6. Liu, L-T. and Lin, C-C., (2012). Wave-maker Stroke design and Wave Decay Methods in Numerical Wave Tank Study, *Journal of C.C.I.T.*, 41, 101-106.
7. Saincher, S. and Banerjee, J., (2015). Design of a Numerical Wave tank and wave Flume for Low Steepness Waves in Deep and Intermediate Water, *Procedia Engineering*, 116, 221-228.
8. Liaghat, T., (2014). Two-Way Fluid-Structure Coupling in Vibration and Damping Analysis of an Oscillating Hydrofoil. Yüksek Lisans Tezi: Montreal. Fransa: Université De Montréal Département De Génie Mécanique.
9. Raja, R.S., (2012). Coupled Fluid Structure Interaction Analysis On A Cylinder Exposed To Ocean Wave Loading. Yüksek Lisans Tezi. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology Department of Applied Mechanics.
10. Liu, H., Wu, W., and Zhang, J., (2006). Numerical Simulation of Two Dimensional Overtopping Against Seawalls Armored with Artificial Units in Regular Waves, *Journal Hydrodynamics*, 19, 3, 322-329.
11. Wang, B. and Liu, H., (2005). Higher Order Boussinesq-Type Equations for Water Waves on Uneven Bottom, *Applied Mathematics and Mechanics*, 26, 6, 774-785.
12. Liang, X., Yang, J., Li, J., and Li, X., (2011). A numerical Study on Local Characteristics of Predetermined Irregular Wave Trains, *Ocean Engineering*, 38, 651-657.
13. Mc Cornick M. E., (1976). *Ocean engineering wave mechanics*, John Wiley & sons, USA, New York.
14. Dean, R. G., Dalrymple R. A., (1991). *Water wave mechanics for engineer and scientist*, World Scientific, Singapore.
15. Gomes, M.N., Olinto, C.R., Rocha, L.A.O., Souza, J.A., and Isaoldi, L.A., (2009) ., *Thermal Engineering (Engenharia Termica)*, 8(1), 44-50.
16. ANSYS Fluent 14.0 Theory Guide.



**Mustafa Türkmen**

Kocaeli University, mustafa.turkmen@kocaeli.edu.tr, Kocaeli-Turkey

**Mustafa Aras**

Kocaeli University, mustafa.aras@kocaeli.edu.tr, Kocaeli-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A23PB>

**ISIL İŞLEM ŞARTLARININ MİKROALAŞIMLI ÇELİKLERİN MİKROYAPI VE SERTLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada, mikroalaşimli çelik malzemelere 900°C'de 1 saat tavlama sonrası farklı ortamlarda (su, yağ, hava ve kum) soğutma işlemi uygulanmıştır. Farklı ortamlarda yapılan soğutma işlemlerine bağlı olarak değişen soğuma hızının mikroyapı ve mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Isıl işlem uygulanmayan ve ısıl işlem uygulanan numunelerin mikroyapı incelemeleri yapılmış olup sertlik testi uygulanmıştır. Sonuçlar farklı soğuma hızına bağlı olarak yapıda ferrit ve perlit fazından martenzit fazına dönüşüm olduğunu gösterirken, sertlik değerlerinde de değişiklikler olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Isıl İşlem, Mikroalaşimli Çelik, Soğuma Hızı, Sertlik Testi,

**THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON MICROSTRUCTURE AND HARDNESS PROPERTIES OF MICROALLOYED STEELS**

**ABSTRACT**

In this study, cooling process of microalloyed steel was applied in different media (water, oil, air, sand) after 900 °C for 1 h. annealing. The effect of the cooling rate depending on the cooling process in different media on microstructure and mechanical properties were investigated. Microstructure and harness test results were investigated of as received and heat treated samples. While the results showed that there was transformation from ferrite and perlite phase to martensite phase, there were also changes in hardness values depending on different cooling rate.

**Keywords:** Heat Treatment, Microalloyed Steel, Cooling Rate, Hardness Testing,



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mühendislik uygulamalarında kullanılan malzeme gurupları içerisinde çelikler vazgeçilmez bir yere sahiptirler. Özellikle ikinci dünya savaşının ardından deniz-kara taşıt araçları, akaryakıt ve doğalgaz boru hatları, enerji santralleri ve benzeri yüksek dayanım gerektiren alanlarda çelik gereksinimi çok yükselmiştir. Dayanım/ağırlık oranının yükseltilmesiyle daha ince ve küçük kesitli çeliklerin kullanımına olanak sağlaması için çeşitli çalışmalara başlanmıştır. Bu sayede daha küçük kesitte daha yüksek dayanım sağlayan mikroalaşım çeliklerin geliştirilmesi neticesinde üretim ve işletme giderlerinin birim maliyetinin düşürülmesi sağlanmıştır [1 ve 2]. Bu sayede ameliyathanelerde kullanılan çeşitli medikal malzemeler (bistüriler, makaslar, keskiler, osteotomlar vb.), imalat sanayinde kullanılan yüksek hızlı kesici uç üretimi gibi alanlarda da mikroalaşımli çelikler kullanılmaya başlanmıştır.

Mikroalaşımli çelikler değişik sertleştirme mekanizmalarının ve uygun termomekanik işlemlerin uygulanması ile yüksek dayanım, yüksek tokluk, düşük sünek gevrek geçiş sıcaklığı, mükemmel kaynaklanabilirlik ve korozyona dayanıklılık gibi üstün özelliklere sahip malzeme gurubudur [3]. Mikroalaşımlama ile ilgili çalışmalar 1970'li yıllar öncesine dayanmakla birlikte; özellikle 1970 ve 1980 yılları arasında önemli gelişmeler olmuştur. Geçen yıllarda, sade karbonlu çeliklere küçük miktarlarda Ti, Al, Nb ve V gibi kuvvetli karbür ve nitrür oluşturan elementlerin katılmasıyla bu çeliklerin mekanik özelliklerinde büyük iyileşmeler gerçekleşmiştir. Mikroalaşımlandırma olarak adlandırılan bu işlemde alaşım elementlerinin toplamı genellikle %2 değerini aşmaz. Çoğunda ise, mangan katılımları dışında, bu değer %0,1-0,2 arasındadır. Bu çeliklerin avantajları, kullanılan alaşım miktarının azlığı, işlenebilirlik özelliklerinin daha iyi olması, üretiminin daha hızlı olması, enerji tasarrufu sağlaması, ağırlık yönünden daha hafif olmalarıdır [4]. Bu nedenle bu tür çelikler vinç, yüksek hızlı ulaşım araçları, köprü ve çeşitli konstrüksiyonlar gibi düşük ağırlık ve yüksek dayanım gerektiren yerlerde kullanılmaktadır [5].

Mikroalaşımli çelikler dünyada yaygın olarak üretilmesine rağmen ülkemizde üretimi yok denecek kadar azdır. Yalnızca Oyak Ereğli Demir ve Çelik fabrikası otomotiv endüstrisinde kullanılan soğuk şekillendirmeye uygun mikroalaşımli çelik türleri üretmektedir. Ayrıca Çemtaş ve Asil Çelik fabrikalarında mikroalaşımli dövme çelikleri üretilmektedir. Bu çelikler orta karbonlu ıslah çeliklerinin yerine geliştirilmiştir [4]. Mikroalaşımli çeliklerde, mikroalaşım elementlerinin ilavesi ile yapılan mikroalaşımlama işleminde, östenit tane boyutunun kontrolü ve matris sertliğinin ince çökelti dağılımı ile artırılması doğrudan sağlanabilir. İnce çökelti dağılımı ve tane boyutu kontrolü açısından da oluşabilen çökeltinin çözünürlüğü ve çözünürlük sıcaklıkları önem arz eder. Bu nedenle çökeltilerin oluşma ve çözünme sıcaklıklarının çok iyi hesaplanması gerekmektedir [4, 6 ve 8]. Bu çalışmada 38MnVS6 çelik malzeme uygun östenitleme sıcaklığında tavlandıktan sonra farklı soğuma ortamlarında (kum, hava, yağ ve su) soğutulmuştur. Farklı soğutma ortamına bağlı olarak değişen soğuma hızının 38MnVS6 çeliklerin mikroyapı ve sertlik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Mikroalaşımli çeliklerinin içerdiği mikroalaşım elementlerine bağlı olarak ısıl işlem şartlarında karbon çeliklerine nazaran sertleşebilirlik özellikleri daha iyidir. Ayrıca bu çeliklerde görülebilen çökelti sertleşmesi mekanizması ısıl işlem sonrası havada soğutma şartlarında diğer çeliklerden daha üstün özellikler

göstermesini sağlamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada havada soğutmanın yanı sıra uygulanan farklı ısıtma şartlarına bağlı olarak farklı soğuma hızlarının mikro alaşımlı çeliklerin kullanılacağı servis şartlarında daha üstün mekanik özellikler göstermesi hedeflenmektedir.

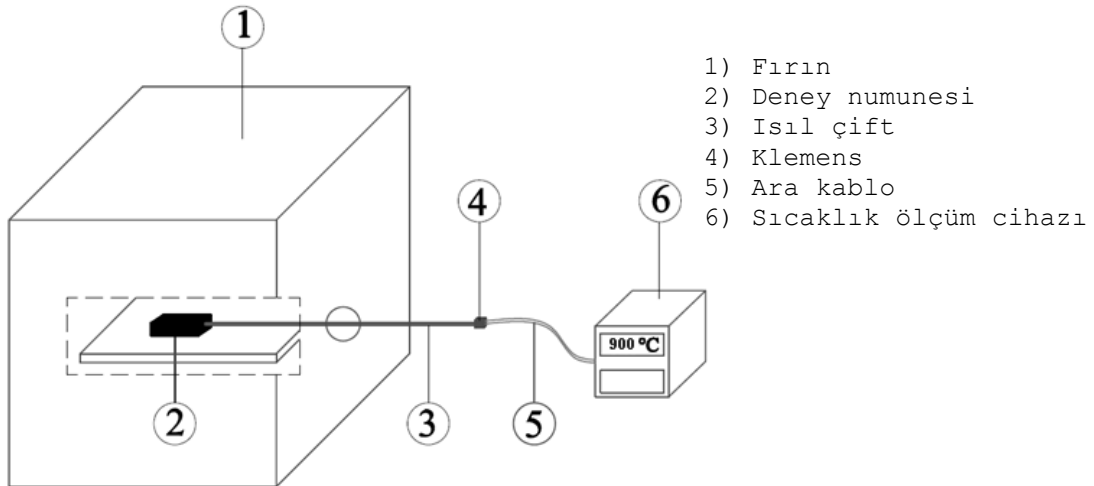
### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilen 38MnVS6 kalite mikroalaşımlı çelik malzeme kullanılmıştır. Isıtma işlem öncesi numuneler 25x25x25 mm ebatlarında hazırlanmıştır.

Tablo 1. Deneysel çalışmada kullanılan malzemenin kimyasal bileşimi  
(Table 1. The chemical composition of the material used in the experimental work)

Malzeme	Alaşım Elementi (% wt)							
	C	Si	Cr	Mn	P	S	V	Fe
38MnVS6	0,38	0,58	0,14	1,51	0,01	0,04	0,17	Balans

Isıtma işlem deneyleri 1200 °C kapasiteli Protherm marka ısıtma işlem fırınında yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan ısıtma işlem sıcaklık ölçüm sisteminin şematik görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir. Isıtma işlem deneyleri sırasında sıcaklık ölçümünde K tipi yüksek sıcaklık ısıtma çifti kullanılmıştır. Isıtma işlem görecektür numunelerin uç kısımları delinmiştir. Açılan bu deliğe, K tipi yüksek sıcaklık ısıtma çifti sıkı geçme olarak yerleştirilmiştir. Isıtma çiftinin diğer ucu ise parça merkezindeki sıcaklığı okuyabilmek amacıyla Eso-Elimco 680 model sıcaklık ölçüm cihazına bağlanmıştır. Isıtma çifti yerleştirilmiş olan parçalar fırın içerisine konularak ısıtma işlem gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu işlem sayesinde, numunenin merkezindeki sıcaklık tam ölçülerek fırın üzerinde ayarlanan sıcaklık ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun sonunda, parçanın merkezindeki sıcaklık ile fırın üzerinde ayarlanan sıcaklığın  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  aralığında olduğu görülmüştür. Fırın içerisinde farklı bölgelerden doğabilecek sıcaklık farklılaşmasını önlemek için deneylerde fırının aynı bölgesi kullanılmıştır. Numuneler 900 °C'de 1 saat tavlama işlemi sonrası kum, hava, yağ ve suda soğutulmuştur.



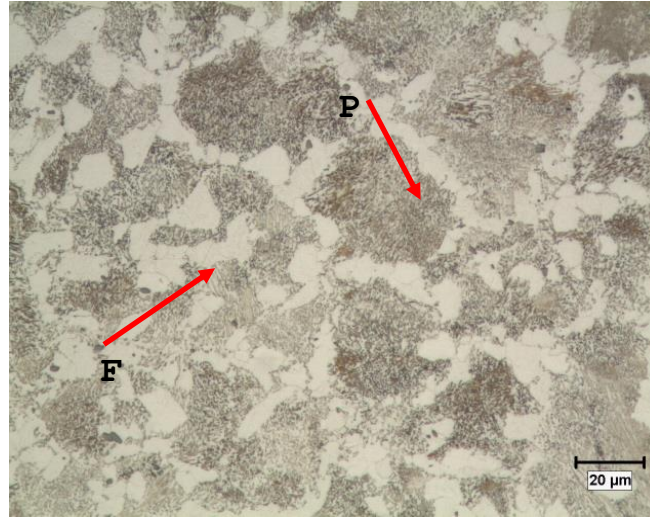
Şekil 1. Isıtma işlem sıcaklık ölçüm sistemi  
(Figure 1. Temperature measurement in heat treatment processes)

Numunelerin yüzeyleri taşlanarak ısıtma işlemi sonucu oluşan oksitler ve dekarburizasyon bölgeleri ortadan kaldırılmıştır. Yüzeyleri taşlanan Numuneler sırasıyla 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 meshlik su zımparasıyla yüzeydeki pürüzler yok edilinceye kadar zımparalanmıştır. Bu yüzeyler sırasıyla 6  $\mu\text{m}$ , 3  $\mu\text{m}$  ve 1  $\mu\text{m}$  elmas pastalar ile parlatılarak dağlamaya hazır hale getirilmiştir. Dağlama işlemi için %3'lük Nital solüsyonu kullanılmıştır. Mikro yapı incelemeleri Nikon Eclipse L150 marka optik mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Her numunenin değişik bölgelerinden farklı büyüklüklerde görüntüler alınarak bu görüntülerin bütün mikro yapıyı temsil edebilir nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Orjinal malzemenin ve farklı ortamlarda soğutulan numunelerin mikrosertlik ölçümleri Buehler Micromet 5103 marka sertlik ölçüm cihazında yapılmıştır. Sertlik ölçümleri HV1 (1000 gr.) yük uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Her bir numuneden ölçülen 10 adet sertlik ölçümünün ortalaması alınarak sertlik değerleri belirlenmiştir.

#### 4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA (EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION)

##### 4.1. Mikroyapı (Microstructure)

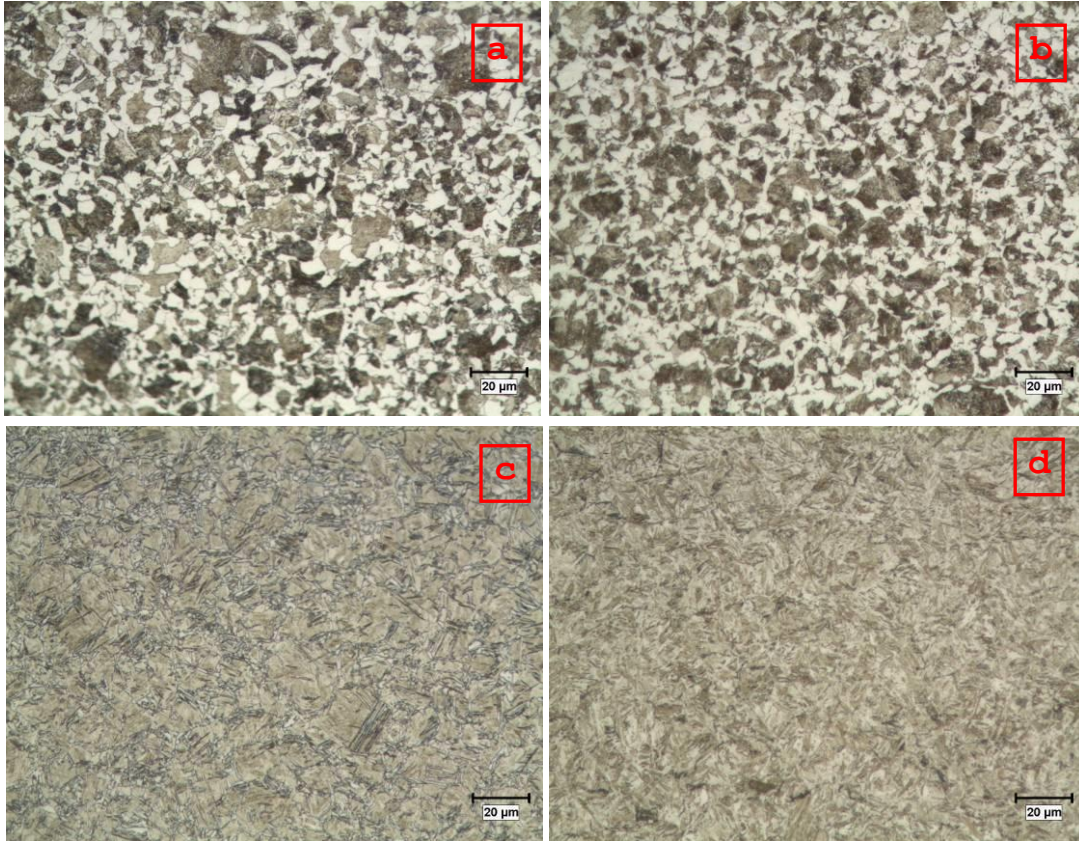
Isıtma işlemi uygulanmamış orjinal malzemeye ait optik mikroskop ile alınan mikroyapı görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'den görüldüğü gibi 38MnVS6 çeliklerinin orjinal yapıları ferrit ve perlit fazlarından meydana gelmektedir.



Şekil 2. Isıtma işlemi görmemiş 38MnVS6 mikroyapı görüntüsü  
(F: Ferrit, P: Perlit)  
(Figure 2. Heat untreated 38MnVS6 microstructure image)  
(F: Ferrite, P: Pearlite)

Şekil 3'te ısıtma işlemi sonrası farklı ortamlarda (su, yağ, hava ve kum) soğutulan çeliklerden alınmış optik mikroyapı görüntüleri verilmiştir. Orjinal yapıları ferrit ve perlit olan 38MnVS6 çeliklerinin kumda ve havada soğuma sonrası elde edilen mikroyapı görüntülerine bakıldığında yine ferrit ve perlit fazlarından oluştuğu görülmektedir (Şekil 3. a,b). Kumda soğuma hızının havada soğuma hızına göre daha yavaş olmasından dolayı, kumda soğuyan numunelerin mikroyapıları havada soğuyan numunelere göre daha kaba ferrit ve perlit yapıdan oluşmaktadır. Kumda soğutma gibi düşük soğuma hızlarında östenit-ferrit dönüşümünden önce yeniden kristalleşme ve hatta tane büyümesi meydana gelebilir [9]. Bu nedenle 38MnVS6 kumda soğutuldukları zaman ötektoid öncesi ferritin tane sınırlarında ağ şeklinde dağıldığı ve

kumda soğutma hızının, havada soğutma hızından düşük olmasından dolayı yapının kaba taneli olduğu görülmüştür. Bulunan sonuçlar Kaynar ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmayla uyumluluk göstermiştir [10]. Yağda soğutulan 38MnVS6 çeliklerinin mikroyapı resimlerine bakıldığında martenzitik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.c). Bu durum yağda soğuma hızının 38MnVS6 çeliğinin kritik soğuma hızından yüksek olduğunu göstermektedir. Çelikte kritik soğuma hızını, çelik içerisindeki alaşım elementleri etkilemektedir. Alaşım elementleri sürekli soğuma diyagramlarını uzun zamana iterek kritik soğuma hızını düşürür ve martenzit oluşumunu kolaylaştırır [11 ve 12]. Benzer durum suda soğutma için geçerli olup Şekil 3.d'ye bakıldığında tamamen martenzitik yapı görülmektedir.



Şekil 3. Farklı ortamlarda soğutulmuş numunelerin mikroyapı görüntüleri

a) Kumda, b) Havada, c) Yağda d) Suda

(Figure 3. Microstructure image of different cooling rate samples)

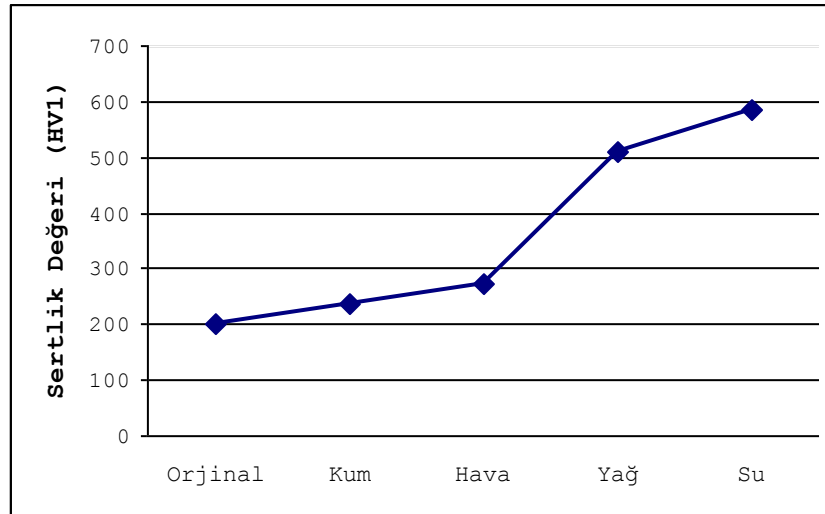
a) Sand, b) Air, c) Oil, d) Water

#### 4.2. Sertlik (Hardness)

Şekil 4'ten orjinal, kumda, havada, yağda ve suda soğutulmuş numunelerin sertlik deneyi sonuçlarına bakıldığında yağda ve suda soğutulan numunelerinin, kumda ve havada soğumaya göre daha yüksek oranda Vickers (HV1) sertliğe sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca havada soğutulan numuneleri kumda soğutulan numunelere göre daha yüksek Vickers (HV1) sertliği göstermişlerdir. Bunun nedeni soğuma hızının farklı olmasından dolayı mikroyapıda meydana gelen değişimdir [13 ve 15]. Ridley ve arkadaşları [16] vanadyum içeren ötektoid bileşime sahip çeliğin dayanımını incelemişlerdir. Çeliğin dayanımındaki artışı iki faktöre bağlamışlardır. Birincisi vanadyumun çeliğe katılması, perlit lamelleri arasındaki mesafenin düşmesine

neden olmaktadır ve bu aynı zamanda östenit perlit dönüşüm sıcaklığının düşmesinin bir sonucudur. İkincisi vanadyumun çeliğe katılması, perlitik yapıda bulunan ve ötektoid dönüşüm sonucunda elde edilen ferrit fazı içerisinde VCN çökeltilerin oluşmasına neden olarak çeliğin dayanımını arttırmıştır. Bepari'de [17] yapmış olduğu çalışmada, vanadyum içeren düşük karbonlu çelikler sürekli soğutulduklarında küçük VCN gibi çökeltilerin oluştuğunu göstermiştir. Ayrıca soğuma hızının artması dönüşüm sıcaklığını düşürdüğünü ve yapıda homojen olarak dağılmış ufak VCN çökeltilerinin oluşmasına neden olduğunu belirtmiştir. Benzer sonuçlar, Karabulut ve Gündüz'ün yapmış olduğu çalışmada da belirtilmiştir [18].

S1 kodlu numunenin S2 kodlu numuneye göre yüksek dayanım değeri göstermesine rağmen % uzama değerinin düşük olduğu görülmüştür (Tablo 3). Ayrıca S1 kodlu numunede çekme sonrası kopma ITAB bölgesinde meydana gelirken S2 kodlu numunede kopma, çekme dayanımının en düşük olduğu ana malzeme tarafında gerçekleşmiştir (Şekil 3). S1 kodlu numunenin ITAB bölgesinden kopması ve en düşük % uzama değeri göstermesi bu bölgede aşırı çökelti sertleşmesinin oluştuğunu göstermektedir. Gondoh ve arkadaşları [14] mikroalaşımli çeliklerin ITAB bölgesinde kaynak sonrası hızlı soğuma neticesinde kalıntı gerilmelerin oluştuğunu ve bu gerilmeler neticesinde dislokasyon yoğunluğunun arttığını belirtmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada dislokasyonlar ile çökeltilerin veya katı ergiyik içerisinde serbest halde bulunan karbon ve azot atomlarının etkileşimi ITAB bölgesinde kırılma hızına neden olduğunu göstermişlerdir.



Şekil 4. Numunelerin Vickers sertlik değerleri (HV1)  
(Figure 4. Hardness values of samples (HV1))

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, ısıl işlem uygulanmamış ve ısıl işlem sonrası farklı ortamlarda soğutulan 38MnVS6 çeliklerinin mikroyapı-sertlik ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla mikroalaşımli çelik numuneler 900°C' de 1 saat östenitlendikten sonra su, yağ, hava ve kum ortamlarında soğutulmuşlardır. Farklı ortamlarda soğutulan bu numunelerin sertlikleri alınarak mikroyapı görüntüleri çekilip karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Havada soğutulan numunelerin kumda soğutulan numunelere göre daha ince ferrit ve perlit fazlarından oluştuğu görülmüştür. Bu havada soğumanın kumda soğumaya göre daha hızlı olmasından dolayıdır.
- Yağda ve suda soğutulan numuneler martenzitik yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, çelikte martenzitik yapı oluşturmak için gerekli kritik soğuma hızından daha yüksek hızda soğumanın bir sonucudur.
- Yavaş soğumaya bağlı olarak ferritik ve perlitik yapıya sahip olan kum ve yağda soğutulan numunelerin sertlik değerleri yağ ve suda soğutulan numunelere göre daha düşüktür. Bu durumu yağ ve suda soğutulan numunelerin içerdiği martenzit fazından kaynaklanmaktadır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Çemtaş Bülteni, (1996). Dövme amaçlı mikroalaşımli çelikler, 3-4.
2. Çapar, A., (2005). Dövme amaçlı üretilen mikroalaşım çeliklerinde dövme ve farklı soğuma şartlarının mikroyapı ve mekanik özelliklere etkisi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Metal Eğitimi Anabilim Dalı.
3. Lawrow, P., (2000). Welding considerations with high-strength steel, Modern steel constructions, August, USA.
4. Erden, M.A., (2015). Toz metalurjisi yöntemiyle üretilen mikroalaşımli çeliklerin mikroyapı ve mekanik özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı.
5. Yılmaz, R., Çelik, F. ve Tümer, M., (2012). Özlü tel ark kaynağı ile birleştirilen yüksek mukavemetli düşük alaşımli çeliklerin çekme dayanımının incelenmesi, International Iron & Steel Symposium, 02-04 April, Karabük, Turkey, ss:789-796
6. Ünal, H.İ., Atapek, Ş.H. ve Beleli B.G., (2010). Mikroalaşımli bir çeliğin mikroyapısal karakterizasyonu ve mekanik testler sonrası fraktografik etüdü, MakinaTek, 156, ss:216-222.
7. Bai, D.Q., Yue, S., Maccagno, T.M., and Jonas, J.J., (1998). Effect of deformation and cooling rate on the microstructures of low carbon NB-B steels, ISIJ International, 38, ss:371-379.
8. Li, Y., Crowther, D.N., Green, M.J.W., Mitchell, and P.S., Baker, T., (2001). The effect of vanadium and niobium on the properties and microstructure of the intercritically reheated coarse grained heat affected zone in low carbon microalloyed steel. ISIJ International, 41, ss:46-55.
9. Jahazi, M. and Eghbali, B., (2001). The influence of hot forging conditions on the microstructure and mechanical properties of two microalloyed steel, J. Mater. Process. Tech., 113, ss:594-598.
10. Kaynar, A., Gündüz, S., and Türkmen, M., (2013). Investigation on the behaviour of medium carbon and vanadium microalloyed steels by hot forging test, Materials and Design, 51, ss:819-825.
11. Savaşkan, T., (1999). Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
12. Tekin, A., (1984). Çelik ve Isıl İşlemi, İstanbul: İTÜ
13. Demir, H., Çiftçi, İ., Türkmen, M. ve Gündüz, S., (2011). Orta karbonlu alaşımli çeliklerde ısıl işlem şartlarının ve sertliğin işlenebilirliğe etkisi. 6th international advanced Technologies Symposium, 1, ss:94-97.
14. Gündüz, S., Karabulut, H., Erden, M.A., and Türkmen, M., (2013). Microstructural effects on fatigue behaviour of a forged medium



- 
- carbon microalloyed steel, *Materials Testing-Materials and Components Technology and Application*, 55, ss: 865-870.
15. Gündüz, S. and Çapar, A., (2006). Influence of forging and cooling rate on microstructure and properties of medium carbon microalloy forging steel, *Journal of Mat. Sci. Letters*, 41, ss:561-564.
  16. Ridley, N., Lewis, M.T., and Morrison, W.B., (1982). *Advances in physical metallurgy and applications of steels*, Metal Society, London.
  17. Bepari, M.A., (1990). Structure of continuously cooled low-carbon vanadium steel, *Metallurgical Transaction A*, 21, ss:2839-2855.
  18. Karabulut, H., Gündüz, S., (2004). Effect of vanadium content on dynamic strain ageing in microalloyed medium carbon steel, *Materials and Design*, 25, ss:521-527.



**Melek Akgül**

Munzur University, melekakgul@tunceli.edu.tr, Tunceli-Turkey

**Cevdet Emin Ekinci**

Fırat University, cevdeteminekinici@hotmail.com, Elazığ-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A24PB>

### **YAPILARDA HUZUR KRİTERLERİNİN İNCELENMESİ ELAZIĞ ÖRNEKLEMİ**

#### **ÖZ**

Gelişen teknoloji ile birlikte insanların kapalı ortamlarda bulunma sürelerindeki artış ve kapalı mekânlardaki iç hava kalitesini iyileştirme çalışmaları gerek yeni gerekse mevcut standartlarda önemli bir yol gösterici olmuştur. İş yerleri, okullar, hastaneler, restoranlar, sinemalar gibi çok sayıda insanın uzun süreli bulunduğu kapalı mahallerin huzur kriterlerinin tespiti, standartlar ve kullanıcı memnuniyeti ile sağlanmaktadır. Kapalı bir ortamın iklimlendirilmesi ile dış hava şartlarından bağımsız ortam havasının (ısı, nem, hava hızı, havalandırmaya bağlı toz/partikül) iyileştirilmesiyle yapılarda huzur kriterleri sağlanabilmektedir. Bu çalışmada; huzur kriterleri, konfor şartları ve iç hava kalitesi alt başlıkları altında; Elazığ'da 3 farklı merkezde gerçekleştirilen toplam 189 anket, toplam 85 evde ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerde eş zamanlı olarak sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, gürültü, aydınlanma düzeyi değerleri elde edilmiştir. Gerek pilot bölge olarak alınan 3 farklı merkezde yapılan ölçüm ve anket sonuçları gerekse ulusal/uluslararası standartlar çapraz kıyaslamalarla ele alınmış ve sonuçlar biyoharmoloji kuramsal esaslarına göre yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Huzur Kriterleri, Konfor Şartları, İç Hava Kalitesi, Biyomühendislik, Biyoharmoloji

### **INVESTIGATIONS OF COMFORT CRITERIAS IN BUILDING ELAZIG SAMPLE ABSTRACT**

With developing technologies, the increase in time spent in the indoors of people and efforts to improve the indoor air quality in closed environment have been directive for both news and current standards. Determination of peace criteria of the enclosed spaces such as workplaces, schools, hospitals, restaurants, cinemas, where many people stay in for long-term are provided with user satisfaction standards. Peace criteria in building is provided with ventilation of the indoor and improving the indoor air (temperature, humidity, air velocity, dust / particle due to ventilation) as independently outside weather conditions. In this study, in the criteria for peace were examined under sub-headings comfort conditions indoors and indoor air quality; A total of 189 surveys carried out and a total of 85 measurements were made at home in three different centers in Elazig. Simultaneously temperature, relative humidity, air velocity, noise, illumination level values were obtained from the measurement. Cross-comparison is made between results of measurements, survey that carried out in the 3 selected different locations and national/international standards and was reviewed according to the theoretical basis of bioharmology.

**Keywords:** Comfort Criteria, Comfort Conditions, Indoor Air Quality, Bioengineering, Bioharmology



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Genel olarak kapalı mekânlardaki huzur kriterlerini o mekândaki konfor şartları ve iç hava kalitesi belirlenmektedir. Buna bağlı olarak konfor, insanın içerisinde bulunduğu koşullar altında fiziksel yönden en az düzeyde enerji harcayarak, en üst düzeyde memnuniyet duymasıdır [1]. Biyoharmoloji, canlıların yaşam sürecinde her türlü doğal ve yapay olarak oluşmuş fiziki çevre ile kullanıcı arasındaki uyumu araştıran-inceleleyen, rasyonel çözüm önerileri üreten ve bu bilgileri uygulamada yapıya-binaya aktaran bilim dalıdır [2].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapılan literatür taramalarının ışığında konfor şartları ve iç hava kalitesi kavramlarının birbirini etkileyen geniş ve iki farklı alan olmasına rağmen ayrı ayrı değerlendirilmesinden yola çıkarak, bu çalışma da konfor şartları ve iç hava kalitesi alanları (eş zamanlı/eş merkezli olarak) ölçüm değerleri ile ele alınmıştır. Ayrıca standartlar için gerekli kıyaslama tabloları oluşturulmuştur. Aynı anda hem anket çalışmaları hem de ölçüm sonuçlarının birbirleri ve standartlar ile karşılaştırılması bu çalışmayı daha da geniş bir alana taşımaktadır. Bu çalışmayla ölçüm ve anket uygulamalarının yapıldığı konutların gerekli ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğu ve aynı anda yürürlükte bulunan standartların kullanıcıların huzur değerlerini karşılayıp karşılamadığı incelenmektedir.

## 3. HUZUR KRİTERLERİ (COMFORT CRITERIA)

Huzur kriterleri; bu çalışmada genel olarak konfor şartları ve iç hava kalitesi alt başlıklar altında incelenmiştir. Konfor, göreceli bir kavramdır ve aynı konfor koşulları altındaki kişiler, farklı memnuniyet özellikleri göstermektedirler. Ancak; herkesi memnun edecek ortam şartları yaratmak mümkün olmayacağı için, istenilen şartlar, "Uluslararası Standart ISO 7730 ısı konfor ile ilgili olarak en az %80 kullanıcının memnuniyetini öngörmektedir" de olduğu gibi çoğunluğun kabul ettiği konfor koşulları olarak belirlenebilir. Kapalı mekânlarda huzur değerlerini belirleyen bir diğer etkende iç hava kalitesidir. İç hava kalitesini tanımlamak zor olduğu için "kabuledilebilir iç hava kalitesi" tanımı kullanılmaktadır. Bu tanım "kabuledilebilir iç hava kalitesi için havalandırma" başlıklı ASHRAE 62-1989 Standardında şöyle açıklanmaktadır: "İçinde; bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" [1].

### 3.1. Konfor Şartları (Conditions of Comfort)

Konfor şartları belirlenirken değerlendirilecek ortamdaki kullanıcı sayısı, kullanıcıların yaşı, cinsiyeti, meslek dağılımı ve kullanıcıların ilgi-ihtiyaçları önemli birer faktördür. Konfor genel olarak; görsel konfor, işitsel konfor, ısı konfor olarak ele alınmaktadır [3].

#### 3.1.1. Konutlarda Görsel Konfor (Visual Comfort in Housing)

Konutlarda görsel konfor öncelikle aydınlanma ve renk olgusuyla daha sonra ise tefriş elemanları, mekânın boyutları, sabit sistemlerin dizaynı ile ilişkili bir kavramdır. Işık şiddeti birim zamanda belli bir doğrultuda yayılan ışığın yoğunluğu ile ilgilidir. Işık akısı olarak da tanımlanır ve birimi cd'dir. Aydınalık düzeyi ise bir yüzeyin birim alanına birim zamanda düşen ışık akısıdır buna bağlı olarak da merdivenlerin 30 lüks, mutfaklarda 100 lüks, oturma odalarının 80 lüks

değerlerinde aydınlatılması istenen seviyelerdedir. Ancak bütün bu değerler yapılan işin niteliğine göre farklılık gösterir. Konforlu bir görsel ortam oluşturabilmek için iç hacimde öncelikle yeterli bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Pencereler ve diğer cam yüzeyler ısı kaybı/kazanç durumları dikkate alınarak uygun malzemelerle ve sistemlerle tasarlanmalıdır [4 ve 5]. Aydınlanma düzeyi çok az veya çok fazla ise görme gücüne, yetersiz aydınlanma kazalara ve veriminin düşmesine neden olur [4, 5, 6 ve 7].

Kapalı mekânlardaki kullanıcılarda hoşnutsuzluğa yol açabilecek, verimliliği azaltacak etmenlerden bir tanesi de iç mekânda kullanılan renk seçimidir. Mekânlardaki renk ve boya olgusu insanları heyecanlandırır, ilham verir, sakinleştirir, rahatlatır veya verimliliğini etkiler bu sebeplerden dolayı da mekânın kullanım amacına, boyutlarına, kullanıcı istek ve ihtiyaçlarına bağlı olarak renk paletleri oluşturmalıdır [5].

### 3.1.2. Konutlarda İşitsel Konfor (Auditory Comfort in Housing)

Konutlarda işitsel konfor en başta insanı rahatsız eden ses olarak tanımlanan gürültü ile ele alınmaktadır. Gürültü; insanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş performansını (verimini) azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini azaltarak veya yok ederek niteliğini değiştiren, gelişigüzel bir spektruma sahip istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisidir. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri konusunda yapılan araştırmalar, trafik gürültüsüne maruz bir bölgede oturan insanların, gürültülü olmayan bölgelerde oturan insanlara oranla %50 daha fazla yüksek tansiyondan şikâyetçi olduklarını kanıtlamıştır. Ayrıca gürültüye maruz kalan ve uyku bozuklukları yaşayan hastaların sayısı her geçen gün artmaktadır [8].

Ses kirliliği işitme sistemi üzerinde, geçici ve kalıcı etkiler olmak üzere iki çeşit etki yapar. Aniden oluşan gürültü insanın kalp atışlarında (nabzında), kan basıncında (tansiyonunda), solunum hızında, metabolizmasında, görme olayında bozulmalara ve dolaşım bozukluklarına neden olur. Bunların sonucunda uykusuzluk, migren, ülser, kalp krizi gibi rahatsızlıklar ortaya çıkar. Meydana getirdiği olumsuz etkilere bağlı olarak, gürültü seviyeleri bazı araştırmacılar tarafından derecelendirilmektedir[9]. Ses 120 dB değerinde rahatsızlık uyandırır, 125-130 dB arası sesler kulakta belirgin ağrılara neden olur. 140 dB değerinde ise ağrı, kulak zarı yırtılması gibi etkiler ortaya çıkabilmektedir. Genel olarak 130 dB yakın sesler rahatsız edici gelmeye başlarken, 90 dB üzerindeki seslerin uzun süreli etkisi, kalıcı duyma kaybına yol açabilir. Çeşitli kullanım alanlarının kabul edilebilir üst gürültü seviyeleri; yatak odaları 35 dB, oturma odaları 60 dB, servis bölümleri (mutfak, banyo) 70 dB şeklindedir [10 ve 11]. Gürültü standartları ülkeden ülkeye değişim göstermektedir. Birçok gelişmiş ülkede max kabul edilebilir değer 85-90 dB(A) dır (Haftada 5 gün, sekiz saat etkilenim söz konusu ise). Kabul edilebilir gürültü seviyesi kişinin sessiz bir ortamda 1.5 metreden günlük konuşmaları anlamakta güçlük çekmeye başladığı noktadır [12, 13 ve 14]. Ülkelerin 8 saatlik dB(A) limitleri ise genel olarak; Arjantin 90, Finlandiya (1982) 85, Fransa (1990) 85, Almanya (1990) 70, Hindistan (1989) 90, İsrail (1984) 85, Norveç (1982) 70, İngiltere (1989) 85, A.B.D. (1983) 90 dB(A)'dır.

### 3.1.3. Konutlarda Isıl Konfor (Klimatik Comfort in Housing)

Isıl konfor, ısı çevre ile sağlanan memnuniyeti belirten zihinsel bir süreçtir. İnsan vücudunun ısı dengesini belirleyen faktörleri; kişisel ve çevresel faktörler olarak iki ana başlık

altında toplayabiliriz. Kişisel faktörlerin başında vücut yüzey alanı, giyinme ve aktivite gelirken; hava sıcaklığı, havanın nemliliği, hava hızı, çevresel faktörleri oluştururlar. Her ne kadar vücut ısıyı ayarlayan hipotalamusta yerleşik ısı düzenleyici merkez devamlı olarak çalışsa da, sağlık sorunlarını en az indirmek için binaların uluslararası ısı konfor standartları olan ISO 7730 ve ASHRAE standartlarına göre düzenlenip inşa edilmesi gerekmektedir. Binalarda bu standartlara uyulması, ısı konforu sağlayacak, sorun teşkil eden ısı ve nem sorunlarına çözüm getirecektir [15].

Isı konforu etkileyen kişisel parametreler kişinin aktivitesi ve giysi durumudur. Kişinin hareketlilik düzeyi ve kıyafet durumu, bulunduğu ortam koşuluna da bağlı olarak, terleme veya titremeye neden olmakta ve böylece, vücudun çevresiyle olan dengesi kurulmaktadır.

Vücudun oluşturduğu ısı ışınlanma, iletme, konveksiyon ve su buharlaşması yoluyla dışa verilmektedir. Dinlenen bir insandaki 20°C çevre sıcaklığında gerçekleşen soğutmanın yaklaşık %80'ni kuru, %20'si nemli ısı verilmesiyle sağlanmaktadır. Kuru ısı içindeki soğutmanın yaklaşık %45'i ışınlanma, %35'i konveksiyonla sağlanmaktadır. Bu oranlar 15-25°C'lik çevre sıcaklığı içinde değişme gösterirse bunun huzur duygusunu etkisi olmaz [16]. Metabolik hız arttıkça terleme gerçekleşecek ve bu şekilde ısı kaybı sağlanacaktır [17].

- **Hava Sıcaklığı:** Isı konforu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden biri hava sıcaklığıdır. Farklı amaçlarla kullanılan binalar için TS 825 hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değeri konutlar için 19°C'dir. Tablo 1'de hissedilen sıcaklık ve buna bağlı konfor ile ilgili sınıflandırmalar verilmiştir.

Tablo 1. Hissedilen sıcaklık ve konfor karşılaştırması  
(Table 1. Feel the warmth and comfort compare)

Hissedilen Sıcaklık (°C)	Konfor Sınıfı
28>	Konfor yüksek derecede bozulur
27-28	Konfor bozulur
25-26.9	Geçiş değeri (sıcak)
17-24.9	Konfor
15-16.9	Geçiş değeri (soğuk)
15<	Konfor bozulur

- **Hava Nemi:** Isı konforu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden bir diğeri de hava nemidir. Hacim içindeki nem miktarının %80 dolayında olması; o mekânda çeşitli mikroorganizmaların yaşamaları ve üremeleri için uygun bir ortamdır. Bu organizmalar ancak, nem oranının %50'nin altına indiği durumlarda veya güneş ışığı ile temasta yok olmaktadır. Nem oranının yüksek olması, insan vücudunda terlemeyi önlemektedir. Kuru havada sıcaklık oranı yüksek olsa da rahatsızlık duyulmamaktadır. Ancak nem oranı belli bir sınırı aştığında, kişi terleyemediği için sıcak birikiminden dolayı rahatsızlık verici bir ortam oluşmaktadır. Ayrıca düşük bağıl nemlerde solunum problemleri başlar. Yapılan çalışmalar nem oranının az ve fazla olmasına bağlı olarak influenza virüsünün yayılmasına neden olduğu ortaya çıkarmıştır[18]. 2004 yılı ASHRAE Standart-55 kriterlerine göre; kabul edilen mekân ısıları ve nem yüzdeleri;

- Yaz mevsimi, %30 bağıl nem 24,5-28°C,
- Yaz mevsimi, %60 bağıl nem 23-25,5°C,
- Kış mevsimi, %30 bağıl nem 20,5-25,5°C,

- Kış mevsimi, %60 bağıl nem 20-24°C olmalıdır [19]. ASHRAE standardı 62-1989, normal iç hava kalitesi için nemlilik seviyesinin binanın içinde %30-%60 RH seviyesinde tutulmasını öneriyor. Bu nemlilik seviyesi bakteri, virüs, mite, mantarların yaşamını, solunum yoluyla alınan enfeksiyonları ve diğer solunum problemlerini minimize edecek düzeydedir.
- **Hava Hızı:** İnsan ve çevre arasındaki ısı alışverişlerini ve dengesini belirleyen faktörlerden birisi de, hava hareketleridir. Hava hareketlerinin artması insanın çevresindeki hareketsiz hava tabakasının azalmasına neden olur, bu da üşüme hissini oluşturur. Konfor şartlarının sağlanabilmesi için hava hızı ortalama 0,05 m/s olarak önerilmektedir. Isıl konforun sağlanamadığı ortamlarda genel olarak; depresyon, belirgin endişe hali, aşırı duygusal hassaslık ve sinirlilik, olağan aktivitelere karşı ilgi azalması, yorgunluk, kas, baş ve eklem ağrıları dahil soğuk algınlığına benzer belirtiler, uyku düzeninde değişme ve iştah değişimleridir görülmektedir.

#### 4. İç Hava Kalitesi (Indoor Air Quality)

Hava; İçindeki değişik gazlar (oksijen, azot, karbondioksit vs.), su buharı ve partiküller (toz, polen, tüy vs.) ile atmosferi dolduran renksiz ve kokusuz bir gazdır. Havayı oluşturan gazların dağılım oranları; %78.084 Azot, %20.9476 Oksijen, %0.934 Argon, %0.0314 Karbondioksit, %0.001818 Neon, %0.000524 Helyum, %0,0002 Metan, %0.0 ile %0.0001 arasında Hidrojen, Xenon, Ozon ve diğer gazlar şeklindedir. Ayrıca, havanın içinde neon, ksenon, kripton ve helyum gibi inert gazlar da bulunmaktadır [20].

WHO'nun yapmış olduğu çalışmalar, insanlar tarafından yaşam ve diğer amaçlar için kullanılan binalardaki hava, insan sağlığına zarar verebilecek şekilde çeşitli gazlarla ve partikül ölçekli kirleticilerle kirlendiğini göstermektedir. Buna bağlı olarak bu ortamlarda zaman geçiren insanlarda Hasta Bina Sendromu (SBS) ve Bina Bağlantılı Hastalıklar (BRI) olarak adlandırılan sağlık problemleri belirlenmiştir.

İç hava kirleticileri genel olarak;

- Yapı bileşenlerinden kaynaklanan kirleticiler
- Dış hava şartlarından kaynaklanan kirleticiler
- Ev eşyalarından kaynaklanan kirleticiler
- İnsanlardan kaynaklanan kirleticiler
- Yakma sistemlerinden kaynaklanan kirleticiler
- Birden fazla kaynağı bulunan kirleticiler olarak sınıflandırılır.

İç hava kalitesi, en genel anlamı ile ortam havasının temizliği olup; havadaki, insanın rahatlık ve sağlığını etkileyen ısıl olmayan tüm noktaları kapsar. İnsanların içinde bulunduğu havadan farklı beklentileri olduğu ve farklı algılamalarından dolayı, iç hava kalitesi göreceli bir kavramdır. ASHRAE'nin yayınlamış olduğu 62-1989 ve 2001 standardında kabul edilebilir iç hava kalitesi ile ilgili tanımlamalar yapılmıştır. İç ortam hava kirleticilerinin miktarları ile ilgili olarak çeşitli uluslararası standartlar bulunmaktadır. EPA tarafından ortam kirleticileri kabul edilebilir konsantrasyon değerleri karbon monoksit (CO) için 9 ppm ve karbondioksit için sınır değer <800 ppm'dir[21].

- **Karbon Monoksit:** Genellikle otomobil egzozu, bacalar, ısıtıcılar, sigara dumanı, herhangi bir yanma işlemi, ev kimyasallarının oksidasyonu sonucunda çevreye salınırlar. Baş

ağrısı, yorgunluk, koordinasyon zayıflığı, performans düşmesi, nefes darlığı, zayıflık, baş dönmesi, bulanık görme, kusma, düzensiz kalp atışı, şaşkınlık, gözle görülebilir rahatsızlıklar, kişisel değişiklikler gibi sağlık problemlerine yol açarlar.

- **Karbon Dioksit:** Asıl kaynakları bacalar, ısıtıcılar ve herhangi bir yanma işlemi, insan nefesi, sigara dumanıdır ve uyuşukluk, baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, nefes darlığına sebep olurlar.

#### 4.1. Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri (Limits of Air Pollutants Inside the Structure and Boundary Values)

Her ülkenin iç hava kalitesi için farklı değerleri sınır kabul edilmektedir. Tablo 2’te CO<sub>2</sub>, bağıl nem ve sıcaklık değerleri ile ilgili sınır değerler verilmiştir. Yapı içi hava kirleticilerinden karbondioksit ve karbonmonoksit için farklı standartlarda yer alan, kabul edilebilir sınır değerleri de Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. İç hava kalitesi ile ilgili standartlarda önerilen sınır değerler

(Table 2. The recommended standards for indoor air quality limit values)

	CO <sub>2</sub> (ppm)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)
Abd ASHRAE	1000	30-60	20-25
Almanya	5000 9000 (15 dak.)	30-70	20-26
Kanada	3500	30-80 (yaz) 30-55 (kış)	
Hong Kong	800 (1. Düzey) 1000 (2. Düzey)	40-60	20-25,5

Tablo 3. CO ve CO<sub>2</sub> için kabul edilebilir sınır değerler.

(Table 3. Acceptable limit values for CO and CO<sub>2</sub>)

Yapı İç Hava Kirleticileri	Kabul Edilebilir Sınır Değerler	Kaynak
Karbonmonoksit (CO)	30 dak. 60mg/m <sup>3</sup> (50ppm)	WHO 1987
	1 sa. 30 mg/m <sup>3</sup> (25 ppm)	NAAQS TS12281
	8 sa. 10 mg/m <sup>3</sup> (9-10 ppm)	OHSD 1988
	Kısa süreli etkisinde kalındığında 8 sa. <11 ppm 1 sa. <25ppm	Kanada Standardı
	Sürekli etkisinde kalındığında <11 mg/m <sup>3</sup>	WHO 1984
Karbendioksit (CO <sub>2</sub> )	8 sa. 500 ppm	ASHRAE 1982
	330-800 ppm	OHSD 1988
	Uzun süreli etkisinde kalındığında 6300 mg/m <sup>3</sup> (<3500ppm)	Kanada Standardı
	<1800 mg/m <sup>3</sup> 800ppm’i aşmamalı	WHO 1984 TS 12281

#### 5. YÖNTEM (METHOD)

Elde edilen bulgular anket ve ölçümlere bağlı olarak öncelikle ayrı ayrı daha sonra ise çaprazlama olarak yorumlanmıştır. Buna göre;

- Ataşehir merkezli 61 anket, 24 ölçüm,
- Çarşı merkezli 60 anket, 37 ölçüm ve
- Doğukent merkezli olarak ise 68 anket, 24 ölçüm yapılmıştır.

Her daire için kullanıcıların kullandığı üç mekânda (oturma odası, mutfak, misafir odası) sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, gürültü, aydınlanma düzeyi, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan

anketler SPSS programı ve uzman görüşleri ile değerlendirilmiş, yorumlamalar yapılmıştır.

## 6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Deneyisel çalışma sonucu elde edilen parametre sonuçlarının karşılaştırma ve değerlendirmesinde kullanılan standart ve esaslar aşağıdaki genel tabloda topluca verilmiştir.

Parametre	Karşılaştırılan Standartlar
Nem (%)	
Sıcaklık (°C)	<sup>a</sup> ASHRAE, <sup>f</sup> MAK, HONG KONG TSE 825, ISO 7730, WHO
Hava hızı (m/sn)	WHO
Işık (Lüks)	WHO
CO <sub>2</sub> (% , ppm)	<sup>a</sup> ASHRAE 1982, <sup>f</sup> MAK, KANADA, HONG KONG, WHO 1984, TS12281
CO (% , ppm)	TS 12281, WHO 1987, ABD, (EPA), WHO
O <sub>2</sub> (% , ppm)	WHO
Gürültü (dB)	ASHRAE 55, WHO
Renk Olgusu	----

Tablo 4. Doğukent'in ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması  
(Table 4. Comparison of Doğukent measurements results, standards, and survey results)

Ölçülen Değer (Misafir Odası, Oturma odası, Mutfak)	
Nem (%)	45,75 47,2719 47,3968 Doğukent merkezinde nem/su yalıtımlı daire yüzdesi 0 iken, %63,2'ü evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %80,9'u evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve "Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz" sorusuna %50' si istemezdim demiştir. Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerinde karşılamaktadır.
Sıcaklık (°C)	24,6312 22,5906 22,8226 Doğukent merkezinde %100'i merkezi kalorifer kullanan kullanıcıların dairelerinin %100'ünde yalıtım sistemi varken bu değerlerin tamamı ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %66,2'si kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir. İlgili standartlara uygun olan sıcaklık değerleri aynı oranda kullanıcı memnuniyetini karşılayamamaktadır. Bunun binaların %100'ünün yeni bina olması ve ölçüm yapılan dönemin binaların ilk kışı olmasa ayrıca binaların %67,2'sinin 3 ve daha fazla cephesinin açık olmasına bağlanabilir.
Hava hızı (m/sn)	10,2062 0,991 ,0742 Kullanıcıların %98,4'ü %1,6'sı hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir. İlgili standartların birçoğunda geçerli olan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezli dairelerde uygun olarak bulunmuştur.
Işık (Lüks)	97,7787 97,3959 45,5719 Doğukent merkezinde dairelerin %83,8'si iki ve daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların %61,8'i evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %98,5'i floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve %66,2.'si 07:00 - 16:30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında evlerde merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma değeri ideal kabul edilirken bu değerler yapılan ölçümlerde Doğukent merkezindeki dairelerde istenen düzeyde bulunmuştur. Tabii ki Doğukent merkezli dairelerin trafiğe 2. dereceden yakınlıkları ve ayrık nizamlı olmaları bu parametrelerde büyük öneme sahiptir.

RENK OLGUSU	Gürültü (dB)	O <sub>2</sub> (% , ppm)	CO (% , ppm)	CO <sub>2</sub> (% , ppm)
---	46,8881 49,8088 48,8713	20,7016 20,6937 20,6900	<0,05 <0,05 <0,05	,0416 0391 ,0516
				Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %58,8'i havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %54,4'ü evlerini gün içinde sadece 0-1 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %79,4'ü doğal havalandırma kullanmaktadır. Standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezinde uygunken, bulunan bu değerlerin %100 lük kısmının temiz hava akımı olduğunu söylemek mümkün değildir. Kullanıcıların %50'si dışarıdan toz geldiğini belirtmesi de bunu destekler niteliktedir. O <sub>2</sub> oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri %0,05 yani (500 ppm)'in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır. Herhangi bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmamaktadır.
				Doğukent merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde hiçbirinde ses yalıtımı yoktur. Kullanıcıların %60,3'ü dışarıdan kısmen gürültü geldiğini, %55,9'u 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %57,4'ü evlerinin daha sessiz olmasını isterken, %36,8'i ana cadde olmasına, %35,3'ü komşularına, %26,5'i de diğer sebeplere bağlanmaktadır. İlgili standart ve çalışmalar değerlendirildiğinde konutlarda tüm odalarında, sınır değer kabul edilen 60 dB şehir merkezinde olmamasından dolayı aşılmadığı dikkat çekmektedir. Ancak kullanıcıların %57,4'ünün evlerinin daha sessiz olmasını istemesi bu standartların kullanıcı isteklerini karşılamadığını göstermektedir. Doğukent merkezli dairelerdeki gürültü ölçüm değerlerinin standartlara uygun çıkmaması ve kullanıcı memnuniyeti ölçüm yapılan mahallerdeki yeni yapılaşma ve inşaat sahasının fazla olmasına bağlanabilir.
				Kullanıcıların %54,4'ü duvarlarında kullanılan boya renginden memnun olduklarını söylerken %26,5'i memnun olmadığını belirtmiştir. Doğukent merkezli ölçüm ve anket uygulaması yapılan dairelerin kullanıcılarının duvarlarında kullanılan renkten memnun olmamaların sebebi bu dairelerin %100'ünün 1-2 yıllık bina olması ve yapım aşamasında tek tip rengin ve boyanın tercih edilmesine bağlanabilir. Bu konuyla ilgili kişisel çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Tablo 5. Çarşı'nın ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması  
(Table 5. Comparison of Çarşı's measurements results, standards, and survey results)

Ölçülen Değer (Misafir Odası, Oturma odası, Mutfak)		
Nem (%)	40,7167 47,2757 45,3946	Çarşı merkezinde nem/su yalıtımlı daire yüzdesi 5,3 iken, %78,3'ü evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %73,3'ü evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve "Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz" sorusuna %62,3 istemezdim demiştir. Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerini de karşılamaktadır. ASHRAE'ye göre kullanıcıların %80 ve daha fazlasının memnun oldu değerler kabul edilebilir değerlerdedir. Bu çalışmada Çarşı merkezine ait nem ölçümlerinde %73,3'lik bir değer ile gerekli nem değerlerine çok yaklaşılmıştır. Herhangi bir ek düzenlemeye gerek duyulmamaktadır.
Sıcaklık (°C)	23,5833 22,4730 22,7892	Çarşı merkezinde %95'i merkezi kalorifer %5'i ise kat kaloriferi kullanan kullanıcıların dairelerinin %28,3'ünde yalıtım sistemi varken bu değerinde %94,7'si ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %53,3'ü kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir. Verilmiş olan standartlara uygun olan sıcaklık değerleri aynı oranda kullanıcı memnuniyetini karşılayamamaktadır. Bunun kullanılan pencere sisteminin %68,3'ünün yalıtımsız cam olmasına bağlanabilir. Çarşı merkezindeki kullanıcıların %53,3'ü ölçüm yapılan kış aylarında sıcaktan memnun olmadıklarını belirtmiştir. Bu değerde ASHRAE 55'in %80'lik değerinin çok altında kalmaktadır. Buradan da anlaşılmaktadır ki MAK, ASHRAE, Hong Kong, TSE 825 ve ISO 7730'da istenen sınır değerlerin tek başına geçerli olmayken, diğer parametreler ile birleştiğinde huzur kriterlerini karşılamamaktadır. Bunun için çarşı merkezinde ısı yalıtım olmayan %72,7'lik dairelerde gerekli düzenlemelere gidilmelidir.
Hava Hızı (m/sn)	0892 0900 ,0737	Kullanıcıların %93,3'ü doğal havalandırma ve %3,3 yapay havalandırma kullanırken %3,3'ü de hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir. Bulunan hava akım hızı değerleri ilgili standart ve mevcut çalışmalara göre uygun bulunmuşken aynı zamanda kullanıcı memnuniyetiyle de doğru orantılı bir eğri çizmektedir. Standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri ve kış aylarında 8-10, yazın ise 13-27 m/dakika hız istenir özelliktedir. Bu değerler büyük oranda çarşı merkezinde sağlanmıştır. Ancak çarşı merkezindeki dairelerin tamamına yakın kısmının trafiğe açık alanda olması dışarıdan hava hızının doğal sistemlerle karşılandığı bu örneklerde birçok sağlık problemlerine sebep olacak düzeydedir. Bu sebepten dolayı çarşı merkezde yapılan ölçümlerin tamamının bulunduğu mahallerde trafikten gelebilecek toz, partikül, kurşun esaslı uçucu organik maddeler, gürültü gibi kirleticileri önlemek için yerel yönetimlerin trafiğe açık alanlarda gerekli ağaçlandırma ve düzenlemeleri yapması uygun olacak ve bu değerleri büyük oranda azaltacaktır. Ayrıca bu ve benzeri konutların en az 1 cephesinin park ya da bahçeye bakıyor olması temiz hava ihtiyacını sağlamak adına merkez oluşturabilecektir.



Işık (Lüks)	CO <sub>2</sub> (% ppm)	CO (% ppm)	O <sub>2</sub> (% ppm)	Gürültü (dB)	RENK OLGUSU
49,9621 58,2832 45,3450	,0500 ,0311 0563	<0,05 <0,05 <0,05	20,6958	50,0167 51,1919 52,2811	Çarşı merkezinde dairelerin %93,3'ünün iki ve daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların %048,3'ü evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %83,3'ü floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve %58,3'ü 7:00-16:30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir. Merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma ideal kabul edilirken bu değerler yapılan ölçümlerde elde edilememiştir. Bununla ilgili olarak çarşı merkezli dairelerde binaların bitişik nizamlı olması ve ayrık nizamlı olan Doğukent merkezli dairelere göre bu parametrelerin neredeyse %50 oranında düşük çıkmasına sebep olmuştur.
					Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %60'ı havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %38,3'ü evlerini gün içinde sadece 0-1 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %93,3 ü doğal havalandırma kullanmaktadır. İlgili çalışma ve standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezinde kabul edilebilir sınırlarda bulunmuştur. Ancak bulunan bu değerlerin tamamının temiz hava ihtiyacını karşıladığını söylemek doğru değildir. Çünkü kullanıcıların %81,7'si dışarıdan toz geldiğini belirtmiştir ve dairelerin tamamının 1. dereceden şehir merkezinde olması da bu değerlendirmeyi güçlendirmektedir. O <sub>2</sub> oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri %0,05 yani (500 ppm) in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır.
					Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde ses yalıtımı bulunmamaktadır. Kullanıcıların %60'ı dışarıdan gürültü geldiğini, %76,7'si 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %78,3'ü evlerinin daha sessiz olmasını isterken, %75'i de gürültünün sebebini ana cadde olmasına bağlamaktadır. Araştırılan literatür çalışmaları ve ilgili standartlara bağlı olarak konutlarda sınır değer kabul edilen 60dB in çarşı merkezi olmasa rağmen aşılmadığı, ancak rahatsız edici düzey olarak kabul edilen 50 dB i aştığı ve bu gürültünün Kesikli Gürültü olduğu göz önüne alındığında kullanıcıların %78,3 gibi yüksek bir oranda evlerini sessiz olmasını istemesine bağlı olarak standartların gerekli huzur kriterlerini sağlamadığı söylenebilir. Ölçüm yapılan çarşı merkezli dairelerde %68,3'ünün ahşap pencere sistemi kullanması ve 53,3'ünde yalıtımsız çift cam sistemi olması %75'lik oranda trafiğe bağlı gürültü kaynağını destekler niteliktedir. Bu sebepten dolayı da çarşı merkezli dairelerde (ses) yalıtımlı çift cam sistemi tercih edilmelidir.
					Çarşı merkezli olarak yapılan anket uygulamasında kullanıcıların %63,3'ü duvarlarda kullanılan renkten memnun olduğunu belirtmişken, memnun olmadığını belirten kullanıcı yüzdesi 18'dir. Çarşı merkezinde anket uygulaması yapılan evlerin %58,3'ünün 11-15 yıllık olması ve tercih edilen renk paletlerinin uygulanmış olabileceğini göstermiştir.

Tablo 6. Ataşehir'in ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması  
(Table 6. Comparison of Ataşehir's measurements results, standards, and survey results)

Ölçülen Değer (Misafir Odası, Oturma odası, Mutfak)	
Nem (%)	40,0500 41,4750 40,7167
Sıcaklık (°C)	23,3875 23,3125 23,5833
Hava Hızı (m/sn)	1000 1400 0892
Işık (Lüx)	48,5737 49,9621 47,2574
CO <sub>2</sub> (% ppm)	,0583 ,0500 ,0500
CO (% ppm)	<0,05 <0,05 <0,05

Ataşehir merkezinde dairelerin %86,9'unda herhangi bir yalıtım varken bu yalıtımın %5,3'ü nem/su yalıtımıdır. Daire kullanıcılarının %90 evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %73,3'ü evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve "Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz" sorusuna %62,3'ü istemezdim demiştir. Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerini de %62,3'le karşılamaktadır. Ancak ASHRAE 55'e göre kullanıcıların %80 ve daha fazlasının memnuniyetini gerektiren huzur değerleri sağlanamamıştır.

Ataşehir merkezinde %86,9'u tabandan ısıtma sistemi kullanan kullanıcıların dairelerinin %13,1'inde yalıtım sistemi varken bu değerinde %82'si ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %54,1'i kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir. İlgili standartlara uygun olan sıcaklık değerleri kullanıcı memnuniyetini %50 oranında karşılamaktadır. Odanın havalandırması konut içi ısısıyla yakından ilişkilidir. Aşırı ısıtmadan sonra pencerelerin açılmasına yol açmayacak bir ısıtma sistemi kurulmalıdır. Kalorifer bu açıdan oldukça elverişlidir. Bunun binaların %86,9'nun tabandan ısıtma sistemine sahip olmasına rağmen alt katlarda yeterli verimin alınmamasına bağlayabiliriz.

Kullanıcıların %98,4'ü doğal havalandırma ve %1,6'sı hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir. Hava hızı değerleri ilgili standart ve çalışmalarda belirtilen değerlerin %75'lik üst sınırında bulunmaktadır ve kullanıcı memnuniyeti de ilgili anket soruları ile pekiştirilmiştir. Kış aylarında 8-10, yazın ise 13-27 m/dakika hız istenir özelliğindedir.

Ataşehir merkezinde dairelerin %93,3'ünün iki ve daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların %41'i evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %95,1'i floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve %85,2'si 7.00 - 16.30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir. Merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma ideal kabul edilirken Ataşehir merkezli dairelerde yapılan ölçümlerde bu değerler tıpkı Çarşı merkezinde olduğu gibi Doğukent merkezli dairelere göre yaklaşık %50 oranında düşük çıkmıştır. Ataşehir merkezli evlerin tamamına yakın kısmının aydınlatma değerlerinin düşük çıkması ayırık nizamlı olmasına karşın site içi olması ve 2'şer cephelerinin birbirleri tarafından kapatılmasına bağlanabilir. Bu sebeplerden dolayı da uygun yapay aydınlatma yöntemleri ile bireysel çözüme gidilmelidir.

Ataşehir merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %83,6'sı havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %32,8'i 2-3 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %98,4'ü doğal havalandırma kullanmaktadır.

Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun konutlarla ilgili olan (250-257 maddesi) 250. maddeye göre Sağlık Bakanlığınca hazırlanan "Meskenlerin Haiz Olacakları Sağlık Şartlarına Ait Talimat'ta konutlarda kat yüksekliğinin limit değerleri dikkate alınmalıdır. Hava hareketlerinin etkisini değiştirir. Yapay sistemlerde kişi bunu kendi termal konforuna göre

O <sub>2</sub> (% , ppm)	20,7000 20,6958 20,6958	ayarlamaktadır. Bu açıdan pencereler gereğinde havanın akımını sağlayabilecek biçimde yerleştirilmelidir. Yatay ve dikey açılma özelliği olan pencereler daha istenen bir pencere tipidir. Öğleden sonra geç saatlerde eve yaz güneşinin girmesi istenmeyebilir. Ancak pencerelerden girecek güneş ışını kış aylarına göre ayarlanmalıdır. Özellikle kışın uzun süre kapalı kalınan ortamlarda kokunun önlenilmesine yetecek hava değişimi gerekir. Çevreden ev içerisine koku ve kirli havanın girmesini engellenmelidir. Kişi başına, metreküp olarak saatte değişmesi gereken hava miktarı, konutun fiziksel özellikleri, mevsim ve iklimle göre farklılık gösterir. Saatte kişi başına 100 metreküp havaya gereksinim bulunmaktadır. Kişi başına 25-39 metreküp hava hacmi, bu değeri sağlayabilmek için saatte üç kez değiştirmek zorundadır. Standartlarda ve yapılan diğer çalışmaların birçoğunda sınır değer kabul edilen hava akımı hızının uygun olmasına rağmen doğal havalandırma ile sağlanan havanın tamamının temiz ve sağlıklı olduğunu söylemek doğru değildir. Ayrıca kullanıcıların %52,5'i dışarıdan toz aldığını belirtmiştir. O <sub>2</sub> oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri %0,05 yani (500 ppm) in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır.
Gürültü (dB)	50,0542 50,6333 50,0167	Ataşehir merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde %13,1'inde herhangi bir yalıtım varken bu değer %16,4'ü ses yalıtımıdır. Kullanıcıların %50,8'i dışarıdan gürültü geldiğini, %45,9'u si 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %63,9'u evlerinin daha sessiz olmasını isterken, %41 i komşularına %31'i de okula yakın olmasa bağlamıştır. Mevcut çalışmalar ve ilgili standartlara bağlı olarak konutlarda sınır değer kabul edilen 60dB in şehir merkezi olmamasına rağmen Ataşehir merkezinde sınır değerleri aşmamasına rağmen çarşı merkezi kadar yüksek çıkması ve bu değer rahatsız edici düzey olarak kabul edilen 50 dB in çok düşük oranlarda üzerinde olması ancak %63,9'unun evlerini sessiz olmasını istemesine bağlı olarak standartların gerekli huzur kriterlerini geçerli oranda sağladığı söylenebilir. Gürültü seviyelerinde genellikle sınır değer olarak 85-90 dB alınmaktadır. Ancak bu seviyeye gün içinde 8 saat maruz kalmak ciddi problemlere yol açar. Bu sebeplerden dolayı ses seviyesi her ne kadar sınır değerleri aşmasa da rahatsız edici düzeyde olduğundan Ataşehir merkezli dairelerde komşu kaynaklı olduğu düşünülen gürültü kaynağına bireysel çözüm önerileri getirilmelidir.
RENK OLGUSU	---	Ataşehir merkezli dairelerde yapılan anket sonuçlarına göre evlerinin duvarlarında kullanılan renkten memnun olan kullanıcı yüzdesi %78,7'dir. Anket sonuçlarından elde edilen %78,7'lik bu değer kullanıcıların %70,5 11-15 yıllık binalar olmasına bağlanabilir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Sezer, F.Ş., (2004). Türkiye'de Isı Yalıtımın Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10:79-85.
2. Ekinci, C.E., (2007). Biyoharmoloji. Elazığ: Data Kitabevi.
3. Oral, G.K. ve Yener, A.K., (2004). Building Envelope Design with the Objective to Ensure Thermal, Visual and Acoustic Comfort Conditions, Building and Environment, 39(3)pp:281-287.
4. Architerra, VisualComfort in Chapter 4. web site accessed at 18th January 2009. [http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4\\_2\\_VISUAL\\_COMFORT.pdf](http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4_2_VISUAL_COMFORT.pdf).



5. Berkeley, C.A., (2000). International Energy Agency (IEA), Daylight in Buildings, A source book on daylighting systems and components, International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, The Lawrence Berkeley National Laboratory.
6. Manav, B., (1993). An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminances, Building and Environment, Vol.42, s.979-83.
7. Fontoynt, M., (2002). Perceived performance of daylighting systems: lighting efficacy and agreeableness, Solar Energy, Vol.73, s. 83-94.
8. Pola, H.H. ve Sümer, H., (1994). Sivas'ta Trafik Gürültüsü, C.Ü. Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Sivas.
9. Ramstetter, M. ve Marlyn, K., (1977). V. Exploring Living Environment, McKnight Publishing Co., Bloomington, Illinois.
10. Çüler, Ç., (1994). Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:19, Ankara.
11. Ekinci, C.E., (2007). Bordo Kitap: Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Elazığ: Data Kitabevi
12. Mller, A.R., (1987). Noise as Health Hazard in Last, J.M. Public Health and Human Ecology, Appleton-Lange, East Norvvalk, Conneticut.
13. Kryter, K.D., (1973). Impairment to Hearing from Exposure to Noise., J. Acoust Soc. Am. 53, 1211-1234.
14. Mller, A.R., (1975). Noise as Health Hazard, Ambio 4, 6-13.
15. Öngel, K., Mergen, H. ve Toksoy, M., Ulusal 1. Tesisat Mühendisliği Kongresi. Bildiriler Kitabı.
16. Pamuk, O., (2005). Thermal Manikins and Clothing Comfort, E-Journal of New World Sciences Academy.
17. Avcı, A. ve Yiğit, A., (1992). Değişik giysilerin ısı ve kütle transferi özelliklerinin insan konforu açısından incelenmesi, 2. Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, 165-174.
18. Hashiguchi, N., Hirakawa, M., Tochiara, Y., Kaji, Y., and Karaki, C., (2005). Thermal environment and subjective responses of patients and staff in a hospital during winter. J Physiol Anthropol Appl Human Sci., 24(1):111-5.
19. Öngel, K., (2009). Isıl konfor parametrelerinin insan vücudundaki etkilerine yönelik literatür taraması, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD, Isparta.
20. ASHRAE, (1995). Applications Handbook. Chapter 41, Control of Gaseous Indoor Air Contaminants.
21. ASHRAE, (1989). Standard 62-1989- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.



**Nevin Çankaya**  
**Özlem Sökmen**

Uşak University, Uşak-Turkey  
nevin.cankaya@usak.edu.tr; ozlemsokmen27@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A26PB>

### **KİTOSAN-CLOISİTE KİLİ BİYONANOKOMPOZİTLERİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada, biyobozunan ve toksik özelliği olmayan, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen, doğada bol bulunan çevre dostu kitosan biyopolimeri ve ticari olarak satılan Cloisite kili ile biyonanokompozit hazırlama teknikleri incelenmiştir. Cloisite kili içeren kitosan biyonanokompozitlerin uygulama alanlarına yönelik özellikleri incelenecek, ayrıntılarıyla bilgi verilecek ve şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar irdelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kitosan, Kil, Cloisite Nanokili,  
Biyonanokompozit, Polimer

### **CHITOSAN-CLOISİTE CLAY BIONANOCOMPOSITES**

#### **ABSTRACT**

This study investigates bionanocomposites preparing methods from chitosan, which is a biodegradable and non-toxic biopolymer that can be obtained from sources that are abundant in nature, and Cloisite, which is a commercially available organoclay. These nanocomposites have been characterized by various spectroscopic characterization methods for targeted applications and detailed information as well as existing studies has been provided.

**Keywords:** Chitosan, Clay, Cloisite Nanoclay,  
Bionanocomposite, Polymer

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Biyomalzeme alanının vazgeçilmez kaynaklarından olan biyopolimerler, biyolojik ortamdaki makro moleküllerin benzeri veya aynısı olduklarından, canlı vücuduyla temas ettiklerinde zehir etkisi, iltihaplanma gibi istenmeyen reaksiyonlar vermezler. Elde edildikleri kaynağa bağlı olarak bileşimlerinin değişmesi, yüksek sıcaklıklarda bozunmaları ve bu nedenle şekillendirilmelerindeki güçlük ve immünojenik (bağışıklık tepkimesine yol açmaları) olmaları biyopolimerlerin bazı dezavantajlardandır [1]. Biyomalzemeler, insan vücudundaki canlı dokuların işlevlerini yerine getirmek veya desteklemek amacıyla kullanılan doğal ya da sentetik malzemelerdir. Biyomalzemeler, protez ve implant kullanımının yanında, ekstrakorporeal cihazlarda (vücut dışına yerleştirilen ve vücutla etkileşim halinde olan cihazlar) ve teşhis kitlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, biyomalzeme/doku etkileşimleri üzerine önemli çalışmalar yapıldığı ve bu çalışmalar ışığında, vücudun doğal dokularını yeniden yapılandırmaya yönelik biyoyumlu malzemelerin (vücut sıvıları ile uyumlu) geliştirildiği görülmektedir. Kullanılmakta olan biyoyumluluğu yüksek biyomalzemeler; metalik biyomalzemeler, biyoseramikler, polimer biyomalzemeler ve biyokompozitlerdir [2].

Organokiller kil minerallerinin içindeki değişebilen katyonların alkilamonyum, dialkilamonyum ya da kuaterner amonyum katyonları ile yer değiştirmesinden oluşmaktadır [3]. Kilde iyon değişimi gerçekleştiğinde organokil oluşur ve böylece kilin yüzey enerjisi düşer, yüzeylerin fizikokimyasal yapısı değişir, polimer yapısı ile ıslanma karakteristikleri iyileşir ve tabakalar arası doğal mesafe yaklaşık 1 nm'ye kadar açılır. Bu genişleme daha sonraki adımlarda, organokil tabakaları arasına polimer zincirlerinin difüzyonunu kolaylaştırır. Böylece alkil amonyum veya kuaterner katyonları polimer matris ile reaktifin etkileşebileceği fonksiyonel gruplar sağlar. Modifiye edici ajanın tipi, kimyasal yapısı, miktarı ve hidrofobik karakteri kilin özelliklerini ve davranışını değiştirmekte ve polimer ile arasındaki uyumluluğu etkilemektedir [4]. Ticari nanokiller (örnek: Cloisite® ve Cloisite™) genel olarak uzun organik zincirli kuaterner alkil amonyum bileşikleri gibi katyonik organik ajanlarla gerçekleştirilen katyon yer değiştirme reaksiyonu ile elde edilen kil tipleridir. Cloisite killerinin genel olarak türleri ve özellikleri, Tablo 1'de özetlenmiştir [5, 6 ve 7].

Tablo 1. Cloisite killerinin özellikleri  
(Table 1. Characteristics of Cloisite clays)

Cloisite Türü	Anyon	Organik Modifiye Edici	Modifiye Edicinin Konsantras-yonu (meq/100g)
Na <sup>+</sup> (DoğalBentonit)	-	-	
6A	Klorür	Dimetil, dehidrojene kuaterner amonyum klorür (2M2HT)	90
10A	Klorür	Dimetil, benzil hidrojenlenmişalkil zinciri, kuaterner amonyum klorür (2MBHT)	125
15A	Klorür	Dimetil, dehidrojenlenmiş alkil zinciri, kuaterner amonyum klorür (2M2HT)	125
20A	Klorür	Dimetil, dehidrojenlenmiş alkil zinciri, kuaterner amonyum klorür (2M2HT)	95
25A	Metilsülfat	Dimetil, hidrojenlenmişalkil zinciri, 2-etilhegzil kuaterner amonyum metil sülfat (2MHTL8)	95
93A	Bisülfat	Metil, dehidrojenlenmiş alkil zinciri amonyum bisülfat (M2HT)	90
30B	Klorür	Metil alkil zinciri, bis 2-hidroksietil, kuaterner amonyum klorür (MT2EtOH)	90

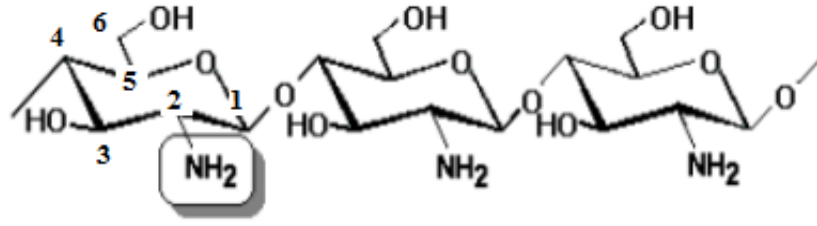
## **2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)**

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, çevre dostu biyopolimerler üzerinde çalışılmakta ve bu konu geliştirilmektedir. Biyopolimerler, biyolojik çevrelerde (deniz, toprak, nehir, göl, insan ve hayvan bedeni) hem enzimatik hem de enzimatik olmayan yollarla parçalanabilir. Biyobozunan polimerler medikal ve ekolojik alanda uygulama alanına sahiptir. Yüksek modül, artan mekanik ve ısıl dayanım, düşük gaz geçirgenliği ve biyopolimerlere ait yüksek biyodegradasyon özelliği, polimer-kil nanokompozitlere olan ilgiyi arttırmıştır. Nano teknolojinin doğal polimerlere uygulanması sadece özelliklerinin olumlu yönde gelişmesi için değil, düşük fiyat etkinliği için de yeni imkânlar yaratmaktadır. Nano parçacıkların biyobozunur polimerlerle modifiye edilerek güçlendirilmesiyle tamamen farklı özelliklerde yeni malzemeler geliştirilmekte ve bazı materyallerin olumsuz özellikleri iyileştirilebilmektedir. Biyopolimer-kil biyonanokompozitlerinde öncelikle kil modifiye edilip organokil haline getirilerek, kilin tabakalar arası açılımı sağlanmaktadır. Organokil farklı yöntemlerle polimer ile etkileştirilerek biyonanokompozit oluşumu sağlanmaktadır.

Biyopolimerler, medikal uygulamalarda çok iyi uyumluluk göstermektedir. Doğada en fazla bulunan doğal biyopolimerden birisi de kitosandır. Kitosan, bir çeşit polisakkarit olup kitinin deasetillenmesinden elde edilebileceği gibi kabuklu canlıların kabuklarından da ekstraksiyon yöntemiyle elde edilebilir [8]. Kitosan; kozmetik, ilaç salınımı, yara iyileştirme, implantasyon, atık su arıtımı, tarım, gıda, kağıt endüstrisi ve gen terapi uygulamalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Kitosan nanoparçacıkları ise antibakteriyel, antimikrobiyal ve antifungal etkilere sahiptir [9]. Cloisite nanokili ise ticari olarak satılan ve nanokilin farklı organik bileşiklerle modifiyesi ile elde edilen bir kil türüdür. Ayrıca, farklı organo bileşiklerle bu kil çeşidinin giderek arttırıldığı da yapılan literatür taramalarında görülmektedir. Bu çalışmanın en önemli özelliği, bahsedilen birçok özelliğe sahip olan kitosan biyopolimeri ile nano yapı ve çalışma sahası bakir olan Cloisite kilinin, farklı yöntemlerle birleştirilerek elde edilen biyonanokompozitlerini incelemek, kullanım sahası hakkında bilgi vermek, farklı oranlarda katkılarıyla özelliklerinin nasıl geliştirildiğini ifade etmek ve böylece literatüre katkıda bulunmaktır.

## **3. KİTOSAN VE KULLANIM ALANLARI (CHITOSAN AND USAGE AREAS)**

Beyaz renkte, kokusuz ve tatsız, yarı şeffaf partikül veya toz halinde bir madde olan kitosan; yengeç ve karides gibi kabuklu deniz ürünlerinin dış iskeletlerinde, kelebeklerin kanatlarında, mantarların hücre duvarlarında bulunan doğal bir polisakkarittir. Kitosan, kitinin kısmi deasetilasyon yoluyla elde edilen ve reaktif fonksiyonel amino gruplarına sahip; kimyasal yapı olarak selüloza benzeyen ve doğada selülozdan sonra en sık rastlanan biyopolimerdir. Ayrıca, bazı bakteriler tarafından parçalanabilir ve organik çözücülerde çözünmez [10 ve 11]. Şekil 1'de kitosan biyopolimerinin yapısı verilmiştir.



Şekil 1. Kitosanın yapısı  
(Figure 1. The structure of chitosan)

Kitosan, her tekrarlayan birimdeki primer (C-6) ve sekonder (C-3) hidroksil grupları ile amin (C-2) grubu olmak üzere toplam üç tane reaktif gruba sahiptir. Bu reaktif gruplar kolayca kimyasal modifikasyona uğrayabilmekte ve kitosanın mekaniksel ve fiziksel özellikleri ile çözünürlüğünü değiştirmektedir [12]. Kitosanın özelliklerine etki eden parametreler; deasetilasyon derecesi, molekül ağırlığı, viskozite, çözünürlük ve renk şeklinde sıralanabilmektedir. Kitosan, katyonik yapısı sayesinde pH<6 ortamında bazı çözeltilerde kolayca çözünebilmektedir. Kitosanın çözünmesi amacıyla genellikle asetik asit, formik asit ve laktik asit gibi organik asitler kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan çözücü asetik asittir. Kitosanın çözünürlüğünü etkileyen sıcaklık, çözücü konsantrasyonu ve partikül büyüklüğü gibi birçok parametre bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar iyi bir çözünürlük için kitosanın en az %75-80 deasetilasyon derecesine sahip olması gerektiğini göstermiştir [13]. Kitosan ve türevleri çok çeşitli uygulama alanlarına sahiptir ve bunları şu şekilde sıralayabiliriz [14]:

- **Biyomedikal Alanda;** Yara iyileştirici, antikanser tedavi uygulamalarında, bandaj, kan kolesterol kontrolü, cilt yanıkları, kontak lensler, cerrahi dikişler, diş uygulamaları, kontrollü ilaç salınımında, enzim immobilizasyonu, protein ayrıştırıcı, hücre yenileyici, kromatografi, hücre immobilizasyonu, kapsülleme adsorbanları, pıhtılaşma etkeni, eczacılık, kemik iyileştirici vb.
- **Yiyecek Endüstrisinde;** Besleyici ilaçlar, boyaların ve süspansiyondaki katı maddelerin uzaklaştırılması, besin koruması, renk dengesi, koku ve tat dengesi, renk sabitliği, yiyecek katkısı, besin zar dokusu vb.
- **Kozmetikte;** Nemlendirici, Yüz, el ve vücut kremleri, banyo losyonu vb.
- **Mebranda;** Geçirgenlik kontrolü, ters ozmos vb.
- **Tarımda;** Tohum kaplama, gübre vb.

#### 4. KİTOSAN-CLOISİTE BİYONANOKOMPOZİTİNİN LİTERATÜR TARAMASI (THE SCANNING OF CHITOSAN-CLOISITE BIONANOCOMPOSITES)

Gaur ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, poli(vinil alkol) (PVA), poli(stiren sülfonik asit) (PSSA), kitosan ve Cloisite 30B kullanarak, PVA/PSSA/Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompozitini sentezlemişlerdir. Biyonanokompozitin yapısını X-Işınları Difraksiyonu (XRD), Dinamik Mekanik Analiz (DMA), Termogravimetrik Analiz (TGA), Diferansiyel Termal Gravimetri (DTG), Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) ile karakterize etmişlerdir. Bu biyonanokompozitin termal ve mekanik özelliklerinde iyileştirmeler olduğunu gözlemlemişlerdir [15]. Swain ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, Kitosan/Cloisite 15A biyonanokompozitini elde edip, %1, 2,

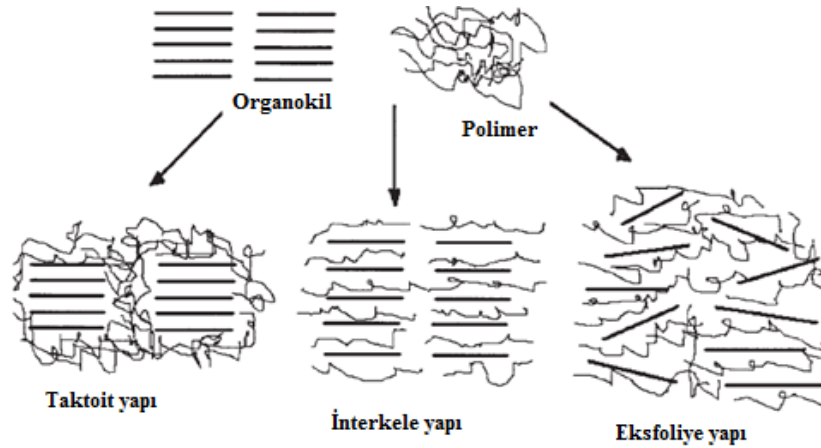


3, 5, 8 oranlarında Cloisite 15A içeren biyananokompozitleri sentezlemişlerdir. Biyananokompozitin yapısını Fourier Transform İnfrared Spektroskopisi (FT-IR), XRD, TEM (Geçirimli Elektron Mikroskopu), ve TGA ile karakterize etmişler ve biyananokompozitin % kil miktarı arttıkça termal kararlılığın arttığını, oksijen geçirgenliğinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Kitosan/Cloisite 15A biyananokompozitinin, termal direnç ve gaz bariyer özelliklerinden dolayı paketleme materyali olarak kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır [16]. Oğuzlu ve arkadaşının yapmış oldukları çalışmada, kitosan ve Cloisite 10A kullanılarak biyananokompozit film hazırlamışlar ve yapısını XRD ve Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ile karakterize etmişlerdir. Elde edilen biyananokompozit filminin termal, mekanik, renk, su buharı ve oksijen geçirgenliğini, spektroskopik ve termal yöntemlerle karakterize ederek ölçmüşlerdir. Biyananokompozit filmlerin özellikle %10'luk kil ilavesinde gerilme özelliklerinde ham kitosana göre artış olduğu görülmüştür. Kitosan polimer matriksine kil ilave edilmesiyle, kitosanın geçirgenlik ve bariyer özellikleri gibi bazı özellikleri iyileştirilerek, gıda paketleme ve koruyucu kaplamada kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır [17]. Daraei ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, poliviniliden florür (mikrofiltr edici membran) üzerine kitosan-kil biyananokompozit ince filmini yapmışlardır. Metilen mavisini ve asidik boyalar gibi endüstriyel boyalar insan sağlığı için biyotoksik ve kanserojen olduğundan, ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla poliviniliden florür polimeri üzerine Cloisite 15A, Cloisite 30B ve kitosan kullanılarak biyananokompozit film membran yapmışlardır. Sentezlenen biyananokompozit filmin yapısını FT-IR, XRD ve SEM ile karakterize edilmiştir. Elde edilen biyananokompozitlerde, su içerisindeki metilen mavisini uzaklaştırmada Cloisite 15A'nın Cloisite 30B'ye göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır [18]. Rhim ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, dört tip kitosan biyananokompozit film sentezlenmişler ve yapısını XRD, SEM ile karakterize etmişlerdir. Kitosan/Cloisite 30B biyananokompozitinin antimikrobiyal aktivitesine bakmışlardır. Cloisite 30B içeren biyananokompozit filmler, Na<sup>+</sup>MMT içeren filmlerden daha çok antimikrobiyal etki gösterdiği sonucuna varılmıştır [19]. Parida ve arkadaşları, kitosan/polivinilalkolü (PVA), farklı oranlardaki Cloisite 30B ile çapraz bağlayıcı olarak glutaraldehit kullanarak biyananokompozitini yapmışlardır. Biyananokompozitin yapısını FT-IR ve SEM ile karakterize etmişler ve Kitosan/PVA/Cloisite 30B biyananokompozitinin kontrollü ilaç salınımlarında kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır [20]. Cojocariu ve arkadaşları, Kitosan/Cloisite 15A biyananokompozitinde çapraz bağlayıcı olarak glutaraldehit kullanarak biyananokompozit hidrojelini sentezlemişlerdir. Biyananokompozitin yapısını XRD ve SEM ile karakterize etmişler ve interkele yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Kütlece %9'luk Cloisite 15A içeren biyananokompozitlerin kontrollü ilaç salınımlarını geciktirdiğini tespit etmişlerdir [21]. Sahoo ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, 80:20 oranında kitosan:polikaprolakton (PCL) ile Cloisite 30B'den kütlece %1, 2.5 ve 5 oranlarında alınarak Kitosan/PCL/Cloisite 30B biyananokompozitlerini sentezlemişler ve biyananokompozitlerin yapılarını FT-IR, XRD ve SEM ile karakterize etmişlerdir. Sentezlenen biyananokompozitin kontrollü ilaç salınımlarında kullanılabilmesi, özellikle *doxycycline* ilacında etkili olduğu sonucuna varılmıştır [22]. Nanda ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, farklı oranlarda kitosan, polilaktik asit (PLA) ile Cloisite 30B den kütlece %1, 3 ve 5 oranlarında alınarak Kitosan/PLA/Cloisite 30B

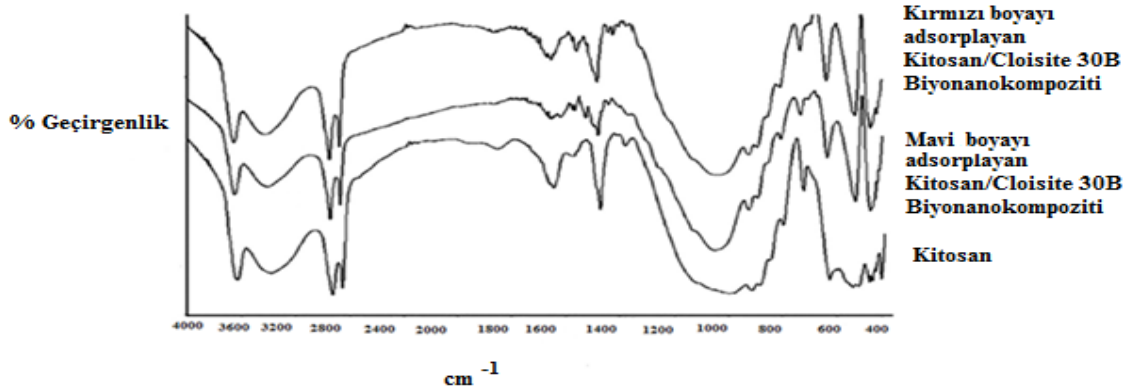
biyanokompozitini sentezlemişler ve biyanokompozitlerin yapılarını FT-IR, SEM ve XRD ile karakterize etmişlerdir. Kitosan/PLA/Cloisite 30B biyanokompozitinin paclitaxel kanser önleyici ilaçların kontrollü salınımlarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [23].

Amin ve arkadaşları, kitosan ile hidroksiapatit (HAP) ve Cloisite 30B üzerine aşılınmış glikopolimer kullanarak Kitosan/HAP/Cloisite 30B biyanokompozitini sentezlemişlerdir. Biyanokompozitin yapısını FT-IR, XRD, SEM ve TGA ile karakterize etmişlerdir. Sentezlenen biyanokompozitin gelecekte biyomedikal uygulamalarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [24]. Xu ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, kitosan ile Cloisite 30B ve Na<sup>+</sup>MMT killeri kullanılarak Kitosan/Kil biyanokompozitini sentezlemişler ve yapısını XRD, TEM, AFM (Atomik Kuvvet Mikroskopisi), TGA ve DSC ile karakterize etmişlerdir. XRD sonuçları incelendiğinde Cloisite 30B içeren biyanokompozitlerin taktoit yapıda oldukları, farklı oranlarda Na<sup>+</sup>MMT içerenlerin ise interkele ve eksfoliye yapıda oldukları tespit etmişlerdir (Şekil 2). Na<sup>+</sup>MMT kilinin kullanıldığı biyanokompozit filmlerinde mekaniksel ve termal özelliklerin Cloisite 30B içeren biyanokompozitlere göre daha çok geliştirdiği sonucuna varılmıştır [25].



Şekil 2. Organokil içeren nanokompozit yapılar  
(Figure 2. The spectra of nanocomposites containing organoclay)

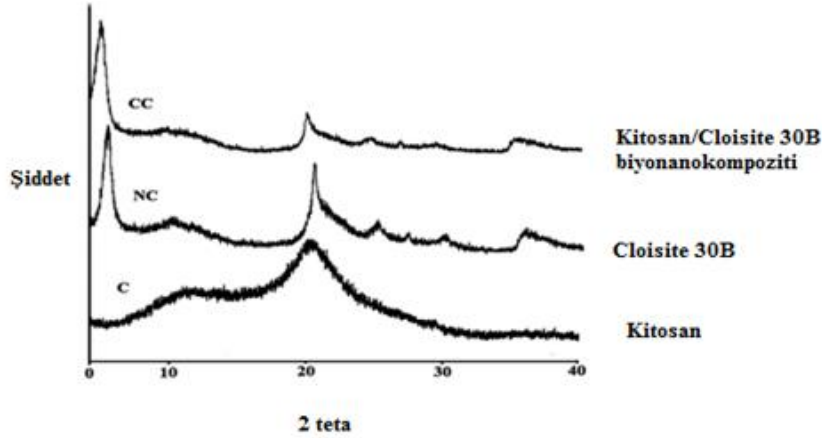
Vanaamudan ve arkadaşları, Kitosan/Cloisite 30B biyanokompozitini sentezlemişler ve yapısını FT-IR, XRD, UV (Ultraviyole Görünür Spektrometre) ve TEM ile karakterize etmişlerdir. Bu biyanokompoziti, reaktif mavi 21 ve reaktif kırmızı 141 boya çözeltileri ortamından uzaklaştırmak için kullanmışlardır. Şekil 3'te biyanokompozitin FT-IR spektrumu verilmiştir. Biyanokompozit için, Si-O-Si gerilim titreşimi reaktif mavi ve kırmızı boya adsorpsiyonundan sonra azalmış ve 1471 ve 1643 cm<sup>-1</sup>'de piklerin şiddeti, boya adsorpsiyonundan sonra OH ve CH<sub>3</sub> grupların etkisiyle azaldığı gözlemlenmiştir [26].



Şekil 3. Kitosan ve Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompozitlerin FT-IR Spektrumları

(Figure 3. The FT-IR spectra of Chitosan and Chitosan/Cloisite 30B bionanocomposites)

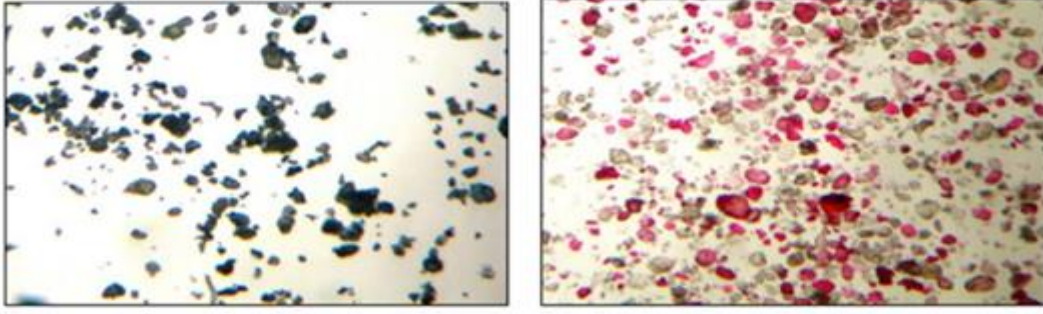
Aynı çalışmada, Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompoziti için, Şekil 4'te XRD spektrumları verilmiştir. Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompoziti, Cloisite 30B nanoorganokili ve kitosanının kendisinin Debye Scherrer denklemi kullanılarak hesaplanan XRD spektrumlarından, parçacık boyutları Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompoziti için 3.165 nm ve Cloisite 30B nanoorganokili için ise 5.254 nm olduğu tespit edilmiştir [26].



Şekil 4. Kitosan, Cloisite 30B ve Kitosan/Cloisite 30B Biyonanokompozitin XRD Spektrumları

(Figure 4. The XRD spectra of Chitosan, Cloisite 30B and Chitosan/Cloisite 30B bionanocomposite)

Yine aynı çalışmada, TEM görüntülerine bakıldığında (Şekil 5), yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip Kitosan/Cloisite 30B biyonanokompozitinin sulu çözeltideki mavi ve kırmızı boya iyonları iyi bir şekilde adsorpladığı gözlemlenmektedir [26].



**Mavi boyayı adsorlayan  
Kitosan/Cloisite 30B  
biyonanokompoziti**

**Kırmızı boyayı adsorplayan  
Kitosan/Cloisite 30B  
biyonanokompoziti**

Şekil 5. Kitosan/Cloisite 30B Biyonanokompozitinin boya adsorpsiyonuyla elde edilen TEM Görüntüleri  
(Figure 5. TEM images obtained by dye adsorption Chitosan/Cloisite 30B)

##### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Kitosan/Cloisite biyonanokompozitlerinde, literatür taramaları incelendiğinde en çok Cloisite 30B ve Cloisite 15A kil türlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Farklı özellik gösteren diğer Cloisite kil türlerinin kitosanla biyonanokompozitleri sentezlenerek mekanik, termal ve gaz bariyer özelliklerinin araştırılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bu biyonanokompozitlerin, adsorpsiyona, biyomedikal, paketlenme ve kontrollü ilaç salınımında kullanıldığı görülmüştür. Cloisite içerikli kitosan biyonanokompozitlerin kullanım alanlarının yapılacak çalışmalarla arttırılabileceği ve böylece literatüre yeni özellikler getirileceği düşünülmektedir. Araştırma sahasında diğer Cloisite nanokil türlerinin henüz kullanılmamış olmasından dolayı, araştırmaya açık bir alan olduğu da söylenebilir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Hakan, A., (2002). Doğal Polimerler. Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Cilt:2, ss: 10-11.
2. Güven, Ş.Y., (2014). Biyouyumluluk ve Biyomalzemelerin Seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, Cilt:2(3), ss:303-311. ISSN: 1308-6693
3. Robeson, L.M. ve Paul D.R., (2008) .Polymer nanotechnology:Nanocomposites. Polymer, Volume:49, ss:3187-3204. Doi:10.1016/j.polymer.2008.04.017.
4. Ray, S.S. ve Okamoto, M., (2003). Polymer/Layered Silicate Nanocomposites: A Review from Preparation to Processing. Progress in Polymer Science.Volume:28, ss:1539-1641. Doi:10.1016/j.progpolymsci.2003.08.002
5. Mohomane, S.M, Djokovic, V., Thomas S. ve Luyt, A.S., (2011). Polychloroprene Nanocomposites Filled with Different Organically Modified Clays: Morphology, Thermal Degradation and Stress Relaxation Behaviour. Polymer Testing, Volume:30, ss:585-593. Doi:10.1016/j.polymertesting.2011.03.002.
6. Nagarajan, M., Benjakul, S., Prodpran, T., and Songtipya, P., (2014). Characteristics of Bio-nanocomposite Films from Tilapia Skin Gelatin Incorporated with Hydrophilic and Hydrophobic Nanoclays. Journal of Food Engineering, Volume:143, ss:195-204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.0380260-8774>



7. Maldonado, Y.O., Vargas, E.R., Valdes, S.S., DeValle, L.F.R., Fernandez, O.S.R., Martinez, A.B.E., Rodriguez, F.J.M., and Ramirez, T.L., (2014). Effect of Organoclay Structure Characteristics on Properties of Ternary PP-EP/EVA/Nanoclay Blend Systems. *Polymer Composites*, ss:2241-2250, Doi:10.1002/pc.22889.
8. Ikada, Y. and Tsuji H., (2000). Biodegradable Polyesters for Medical and Ecological Applications. *Macromolecular Rapid Communications*, Volume:21, ss:117-132. 1022-1336/2000/0302-0117\$17.50+.50/0
9. Ray, S.S., Okamoto, K., and Okamoto M., (2003). Structure-Property Relationship in Biodegradable Poly(butylene succinate)/Layered Silicate Nanocomposites. *Macromolecules*, Volume:36, ss:2355-2367. Doi:10.1021/ma021728y CCC: \$25.00
10. Shepherd, R., Reader, S. and Falshaw, A., (1997). Chitosan Functional Properties. *Glycoconjugate Journal*, Volume: 14, ss:535-542.0282D0080, 1997 Chapman & Hall
11. Terbojevich, M. and Muzarelli, R.A.A., (2000). Chitosan. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. Press., Volume:21, ss:368-376.
12. Xie, W., Xu, P.X., Liu, Q., and Xue, J., (2002). Graft-Copolymerization of Methylacrylic Acid onto Hydroxypropyl Chitosan. *Polymer Bulletin*, Volume: 49(1), ss:47-54.
13. Demir, A. ve Seventekin, N., (2009). Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Volume:3(2), ss:92-103.
14. Synowiecki, J. and Al-Khateeb, N.A., (2003). Production, Properties, and Some New Applications of Chitin and its Derivatives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Volume:43(29), ss:145-171. ISSN:1040-8398
15. Gaur, S.S., Dhar, P., Kumar, A., and Katiyar, V., (2014). Prospects of Poly(vinyl alcohol)/Chitosan/poly(styrene sulfonic acid) and Montmorillonite Cloisite<sup>®</sup> 30B Clay Composite Membrane for Direct Methanol Fuel Cells. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Volume: 6, ss:53135-53146. [<http://dx.doi.org/10.1063/1.4899192>]
16. Swain, S.K., Kisku, S.K. ve Sahoo, G., (2014). Preparation of Thermal Resistant Gas Barrier Chitosan Nanobiocomposites. *Polymer Composites*, ss:2324-2328.DOI 10.1002/pc.22897
17. Oguzlu, H. ve Tihminlioglu F., (2010). Preparation and Barrier Properties of Chitosan- Layered Silicate Nanocomposite Films. *Macromolecular Symposia*, Volume: 298, ss:91-98. Doi:10.1002/masy.201000030
18. Daraei, P., Madaeni, S.S., Salehi E., Ghaemi, N., Ghari, H.S., Khadivi, M.A., and Rostami, E., (2013). Novel Thin Film Composite Membrane Fabricated by Mixed Matrix Nanoclay/Chitosan on PVDF Microfiltration Support: Preparation, Characterization and Performance in Dye Removal. *Journal of Membrane Science*, Volume:436, ss:97-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2013.02.031>
19. Rhim, J.W., Hong, S.I., Park, H.M., and Perry, K.W.Ng., (2006). Preparation and Characterization of Chitosan-Based Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Volume: 54, ss:5814-5822. Doi:10.1021/jf060658h CCC: \$33.50
20. Parida, U.K., Nayak, A.K., Binhani, B.K. ve Nayak P.L., (2011). Synthesis and Characterization of Chitosan-Polyvinyl Alcohol Blended with Cloisite 30B for Controlled Release of the



- 
- Anticancer Drug Curcumin. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, Volume: 2, ss:414-425. Doi:10.4236/jbnnb.2011.24051.
21. Cojocariu, A., Profire, L., Aflori, M., and Vasile, C., (2012). In Vitro Drug Release from Chitosan/Cloisite 15A Hydrogels. *Applied Clay Science*, Volume:57, ss:1-9. Doi:10.1016/j.clay.2011.11.030
22. Sahoo, S., Sasmal, A., Sahoo, D., and Nayak P., (2010). Synthesis and Characterization of Chitosan- Polycaprolactone Blended with Organoclay for Control Release of Doxycycline. *Journal of Applied Polymer Science*, Volume:118, ss:3167-3175. Doi: 10.1002/app.32474
23. Nanda, R., Sasmal, A., and Nayak P.L., (2011). Preparation and Characterization of Chitosan-Polylactide Composites Blended with Cloisite 30B for Control Release of the Anticancer Drug Paclitaxel. *Carbohydrate Polymers*, Volume:83, ss:988-994. Doi:10.1016/j.carbpol.2010.09.009
24. Amin, A., Kandil, H., Awad, H.M., and Ismail, M.N., (2015). Preparation and Characterization of chitosan- Hydroxyapatite-Glycopolymer/Cloisite 30B Nanocomposite for Biomedical Applications. *Polymer Bulletin*, Volume:72, ss:1497-1513. Doi:10.1007/s00289-015-1351-2.
25. Xu, Y., Ren, X., and Hanna, M.A., (2006). Chitosan/Clay Nanocomposite Film Preparation and Characterization. *Journal of Applied Polymer Science*, Volume:99, ss:1684-1691. Doi:10.1002/app.22664.
26. Vanaamudan, A. and Sudhakar, P.P., (2015). Equilibrium, Kinetics and Thermodynamic Study on Adsorption of Reactive Blue-21 and Reactive Red-141 by Chitosan-Organically Modified Nanoclay (Cloisite30B) Nano-Biocomposite. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, Volume:55, ss:145-151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2015.03.025>



**Yusuf Tuğrul Şiranlı**

Erzincan University, ytsiranli@erzincan.edu.tr, Istanbul-Turkey

**U. Teoman Aksoy**

Fırat University, taksoy@firat.edu.tr, Elazığ-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A28PB>

**KENTSEL YEŞİL ALANLARDAKİ KULLANICI MEMNUNİYETİ: ERZİNCAN ÖRNEĞİ**

**ÖZ**

Kentler, insanların ortak yaşamlarını sürdürdükleri yapısal ortamın yani, ortak hayatın varlık nedeni ve yaşama alanıdır. Kentsel açık ve yeşil alanlar, kent parkından çocuk oyun yerine, kent korusundan kentsel tarım/hobi bahçesine, kent meydanından yaya yoluna kadar geniş bir yelpazeyi içermektedir. Bu işlev alanları planlanırken kent imar planlarıyla eşgüdüm içinde yapılmalıdır. Bu çalışmada, Erzincan kent merkezindeki yeşil alanlar, fiziki planlama esaslarına göre incelenmiş, kent merkezindeki farklı mahallelerde yaşayanların yeşil alanlardan memnuniyetleri 300 anket uygulaması yapılarak değerlendirilmiştir. Uygulama çalışmasına göre katılımcılar; yeşil alanları büyüklük olarak %54 ve erişilebilirlik düzeyi olarak (2.793) yeterli bulmuşlardır. Çalışmada, kentlerin sağlıklı bir şekilde yerleşimine katkıda bulunmak ve kullanıcılarında ihtiyaçlarına cevap veren kentsel yeşil alanlar için öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Yeşil Alan, Kent Planlama, Kentsel Sosyal Donatı, İmar Planı, Kullanıcı Memnuniyeti

**USER SATISFACTION IN THE URBAN GREEN SPACES: THE CASE OF ERZİNCAN**

**ABSTARCT**

Cities are and the reason for the existence of common life and the living area that people maintain their lives. Open and green urban areas includes a wide range of areas from playgrounds to city parks, urban forests to hobby gardens, walking paths to town squares. These function areas should be designed simultaneously with the urban development plans. In this study green areas in Erzincan province are examined according to the principles of physical design and the satisfaction degree of the users from different neighborhoods located in the city center were evaluated with 300 questionnaires. According to the results of the study, 54% of the participants are satisfied with the size of the green areas and the accessibility level of the green areas with 2.793 ratio. In this study suggestions are presented for contributing the healthy planning of cities and the green urban areas which meet the user's requirements.

**Keywords:** Urban Green Space, Urban Planning, Urban Social Facilities, Development Plan, User Satisfaction

## 1. GİRİŞ (INRODUCTION)

Kentsel açık ve yeşil alanlar kent parkından çocuk oyun yerine, kent korusundan, kentsel tarım/hobi bahçesine, kent meydanından konut bölgesi yaya yoluna kadar geniş bir yelpazeyi içermektedir. Bu işlev alanları kent içinde nasıl dağılmalıdır? Nerelerde konumlanmalıdır? Sorularının yanıtı, kent imar planlarıyla eşgüdüm içinde yapılması gereken "Rekreasyon Planlaması"nda aranır. 19. yüzyılda rekreasyon planlaması ağırlıklı olarak tekil park planlaması olarak kabul görmüştür. 1880'lerde Frederic Law Olmsted Boston'da beş büyük parkı akarsu vadisi gibi doğal, kamuya açık bir koridorla birbirine bağlayarak "park sistemi" planlamasının ilk örneğini vermiştir. 20. yüzyılda rekreatif amaçlı yapay koridorların (aileler, yaya yolları, vb.) da baş elemanı olarak değerlendirildiği "açık alan planlaması" yaygınlaşmıştır. Son yıllarda ise açık alan planlaması, yalnızca rekreasyonel kullanımlarla değil "ekolojik" açıdan önemli doğal sistemlerin korunmasıyla da ilgilenen bir içerik kazanmıştır (ekoloji duyarlı açık alan planlaması). Günümüzde genelde "Yeşilyol" olarak adlandırılan bu hareketin 21. yüzyıla hakim olması beklenmektedir [1]. Bu yaklaşım çerçevesinde peyzaj değerlendirme ve yörenin peyzaj özellikleri rekreasyonel kullanım potansiyellerini belirlemede öne çıkmıştır [1], rekreasyonel işleve normalsal yaklaşım (birim alan büyüklüğü) önemini kısmen de olsa yitirmiştir (yine de normlar yaşanabilir kentlerde hizmetin "olmazsa olmaz" alt sınırını belirlemesi açısından vazgeçilmezliğini korumaktadır) [1].

Parklar birbirine yeşil ve/veya yeşil eleman içeren açık alanlarla bağlanmalıdır. Günümüze kadar olageldiği biçimi ile, dağınık ve birbirinden kopuk yeşil alan parçaları, büyüklük ve kullanıcıya uzaklık açısından donatı standartlarına uygun dahi olsalar, kendilerinden beklenene çok yönlü yarar sağlamakta yetersiz olmaktadır. Standartlar doğru ve iyi planlama fikirleri ile bütünleşirse (örneğin birbiri ile ilişkili yeşil ağ yaratılması gibi), ancak o zaman, yeşil donatı kendinden beklenen yararları etkin biçimde karşılayabilir. Bu nedenle, kent planlamasının, arazi kullanım planı (imar planı) yanında onunla bütünleşik biçimde ayrı bir yeşil ve açık alan sistem planını içermesinde yarar vardır. Konut alanlarında, yürüme mesafesinde içinde mutlaka bir park (komşuluk ünite parkı) bulunmalıdır. Görünen ve kolay erişilebilen bir yerde, mümkünse merkezi bir konumda ve ticaret merkezinin bir parçası olarak düzenlenebilir. Böylece hem değişik işlevlerin birbirini desteklemesi sağlanır, hem hizmet alanı içinde yaşayanların yararlanması teşvik edilir, hem de yörede yaşayanlarca daha kolay sahiplenilir ve yöre halkı arasında bir sosyal bağ ögesi olabilir. Parkların mevcut ve öneri kamu yapılarını güçlendirecek biçimde konumlanması toplumun odak noktası ve etkinlik merkezi haline gelmesine yol açabilir. İlk parklar yalnızca doğanın sessizliğinden ve güzelliğinden zevk alma, gezinti ve sosyalleşme alanlarıydı. 1800'lerin ikinci yarısından sonra oyun, spor ve kültürel işlevler 'park' kapsamında ele alınır olmuş [2], giderek parkların ayrılmaz parçası haline gelmişlerdir. Bu işlev çeşitliliği nedeniyle parklar daha önce gördüğümüz iki yeşil alan türünden ayrılırlar; tasarımları çok daha karmaşıktır. İnsanlar neden parka gerek duyarlar? Bu sorunun yanıtı park tasarımını yönlendirecek bir "ihtiyaç programı" niteliğindedir. İngiltere'de, Ulusal Park Komisyonu'nca, parkların yeniden yapılandırılması politikası kapsamında, ülke çapında yapılan araştırmada parkların kullanım amaçları şöyle belirlenmiştir [3]:

- Doğal çevreden zevk almak; manzara, ağaçlar, çiçekler ve yaban yaşamını seyretme, doğayı inceleme, taze hava, vb.



- Sosyal etkinliklerde bulunmak; çocukları çocuk bahçesine götürmek, arkadaşlarla/aileyle yeşil ve sakin bir ortamda bir arada olma, piknik yapma, buluşma, vb.
- Her şeyden uzaklaşmak; kendi başına kalmak/rahatlamak, kentsel yaşamdan/kentin kirliliğinden kaçmak.
- Yürüme etkinlikleri; köpeğini gezdirme, sağlıklı yaşam için yürüme, örgütlü/örgütsüz grup yürüme (sosyal yürüme), parktan transit geçme (yolu kısaltmak için park içinden yürüme).
- Pasif ve informal zevkler; çevrede olan biteni izleme, kitap/gazete okuma, güneşlenme, uçurtma uçurma, bir şeyler yeme-içme, vb.
- Spor dahil aktif zevkler; saha sporları, bisiklet, paten, kayak, vb.
- Etkinliklere katılma; parkta yer alan gösteri, dinleti, kermes, dans gibi örgütlü/örgütsüz etkinliklere katılmak/izlemek/dinlemek.

Parkin konumuna, işlevine, büyüklüğüne ve kullanıcı özelliklerine göre bu amaçların önceliği değişse de yukarıda sıralananlar her ülke ve kültür için geçerli amaçlardır. Diğer yeşil işlevlerde olduğu gibi parkların da kentliye etkin hizmet verebilmesi ancak amacına uygun tasarlanmasına bağlıdır. Kentsel yeşil alanların bir parçasını oluşturan çocuk oyun alanları, güvenlik, erişebilirlik, işlevsellik, büyüklük vb. kriterlerle planlanarak, kullanıcılara etkin hizmet verebilmesi günümüz şehirciliğinin vazgeçilmezidir. Fiziksel çevre ne kadar güvenli ise çocuğun ev dışında oynama yaşı da o kadar erkendir. Güvensiz ortamlarda, özellikle okul öncesi çağ çocuğu eve kapanmaktadır. Bu olgunun çocuğun gelişmesindeki olumsuz etkileri dikkate alınırsa oyun mekânlarının yer seçimi tasarımı kadar önemlidir. Çocuk oyun mekânları yer seçimi ilkeleri şöyle özetlenebilir [4]:

- Çocuk oyun mekânları trafik yollarından uzakta olmalı ve konut ile oyun mekânı arasında yoğun trafik yolu gibi bir güçlü engel bulunmamalıdır.
- Çocuk, oyun mekânlarına güvenlik içinde, mümkünse yaya yollarından erişebilmeli ve oyun mekânları yaya yolundan ya da araç trafiği yoğunluğu düşük yollardan giriş almalıdır.
- Oyun mekânları yetişkinlerce görsel ve işitsel açıdan denetlenebilecek konumda ve boyutlarda bulunmalıdır. Güvenlik nedeniyle, oyun mekânının boyutları bir yetişkinin görsel yeteneklerini aşmamalıdır. İnsan kendisinden en fazla 20-25 m uzakta olan bir kişinin yüz ifadelerini seçebilmektedir [5]. Bu nedenle, hizmet vereceği yaş grubuna bağlı olarak, oyun mekânı derinliği, tek taraflı denetleniyorsa 25 m'den, çift taraflı denetleniyorsa 50 m'den büyük olmamalıdır.
- Konut bölgesindeki yapılaşma yoğunluğu ve yapı tipi oyun alanı büyüklük ölçütünü etkileyen bir etmendir. Yoğun konut alanlarında, kişi başına düşen oyun mekânı büyüklüğü az yoğun yapılaşmış yörelerden daha yüksek olmalıdır. Örneğin, Almanya'da "Yapı Çevresi Yönetmeliği" ne göre 150-250 kişi/ha yoğunlukta, 3-6 yaş grubu için 0.5 m<sup>2</sup>/kişi oyun bahçesi alanı önerilirken, daha düşük yoğunluklarda birim alan 0.25 m<sup>2</sup>/kişi'ye düşmektedir. Yoğunluğa göre benzer farklılaşma Amerika, Kanada, İngiltere gibi ülkelerde de görülmektedir.
- Çeşitli yaş gruplarının oyun mekânları konut alanları açık alan sisteminin (bahçeler, avlular, yaya yolları ve meydanlıkları, parklar, vb.) bir parçası olarak ele alınmalıdır. Yollar çocuk

için güvenli olmalıdır. Yapılan araştırmalar güvenli yollarda oyun çeşidinin ve sokaktaki çocuk sayısının arttığını, çocukların daha uzun süre dışarıda kaldığını, sözel iletişimin önemli oranda geliştiğini ortaya koymaktadır [6]. Açık alanların çok işlevli planlanma ve tasarlanması durumunda hem açık alanların sosyal kullanım değerleri artacak hem arazi kullanımında ekonomi sağlanacak hem de konut alanlarında yaşam kalitesi olumlu etkilenecektir.

Şunu unutmamak gerekir; oyun mekânları planlamasında potansiyel kullanıcı sayısı önemli bir girdidir. Bu sayı hizmet verilecek nüfus büyüklüğü kadar nüfusun yaş grupları, hane başına düşen ortalama çocuk sayısı, annenin çalışma durumu, çocuğun gündüz evde ya da yuva bakılması (sosyal hizmetlerin gelişme düzeyi), vb. etmenlere bağlıdır. Toplumsal yapı ve tercihler toplum kesimleri arasında fark edebileceği gibi zaman içinde de değişebilirler. Bu nedenle, planlama sürecinde hizmet götürülecek toplumun iyi tanınması, zaman içinde toplumda ortaya çıkacak değişimin gözlenmesi, gerekiyorsa hizmetin gelişmelere uyarlanması beklenir [4].

## **2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)**

Bu çalışmada, Erzincan kent merkezindeki yeşil alanlar, fiziki planlama esaslarına göre incelenmiş, kent merkezindeki farklı mahallelerde yaşayanların yeşil alanlardan memnuniyetleri 300 anket uygulaması yapılarak değerlendirilmiştir. Uygulama çalışmasına göre katılımcılar; yeşil alanları büyüklük olarak %54 ve erişilebilirlik düzeyi olarak (2.793) yeterli bulmuşlardır. Çalışmada, kentlerin sağlıklı bir şekilde yerleşimine katkıda bulunmak ve kullanıcılarında ihtiyaçlarına cevap veren kentsel yeşil alanlar için öneriler sunulmuştur.

## **3. YÖNTEM (METOD)**

Bu çalışmada kentsel donatı alanlarından yeşil alanların planlanmasındaki kullanıcı memnuniyeti farklı değişkenlerle bir arada ele alınmış ve kullanıcı memnuniyeti uygulanan bir anket ile değerlendirilmiştir.

### **3.1. Temel Yaklaşım (Main Approach)**

Bu çalışmanın amacı; mevcut kentsel yeşil alanların durumu ve kullanımı hakkında, kullanıcıların beklentilerini belirlemek ve bu beklentilere karşı belli bir standart oluşturmanın önemini vurgulamaktır. Bu amaca temel teşkil etmek üzere bir anket çalışması uygulanmıştır.

### **3.2. Araştırma Tasarımı (Research Desing)**

Bu çalışma için Erzincan'ın yakın zamanda imara açılan ve halen en fazla konut üretiminin gerçekleştiği bölgesi olan Yavuz Selim ve Ergenekon Mahalleleri ile kentin büyük bir nüfus çoğunluğunu barındıran, farklı demografik özelliklere sahip İnönü, Aslanlı, İzzet Paşa ve Taksim mahalleleri seçilmiştir. Bu mahallelerde toplam 300 anket yapılmış ve sonuçta elde edilen verilerin, SPSS programı yardımıyla tablo ve şekillerle yorumlanmasına karar verilmiştir [10].

### **3.3. Veri Toplama (Data Collect)**

Alan çalışması 1 Kasım 2010 - 1 Ocak 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Yapılan anket uygulamasında sorulacak soruların anlaşılır ve çabuk karar verilir olmasına insanların yaşadıkları kentsel çevreyle ilgili bilgileri almanın yanı sıra beklentileri ve

eksiklik hissettikleri hususların belirlenmesine yönelik olmasına dikkat edilmiştir [10].

### 3.4. Verilerin Değerlendirilmesi (Evaluation of Data)

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS for Windows 19.0 programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (Frekans, Yüzde, Ortalama, Standart sapma) kullanılmıştır [7]. Araştırmada kullanılan Likert Ölçeği, kullanıcı memnuniyetini belirlemede tercih edilmiştir. Anketi yanıtlayan kişilere verilen önermelerle ilgili görüşlerini, çok olumludan çok olumsuzu kadar sıralanan seçeneklerden belirtmeleri istenmiştir. Buna göre; (5) kesinlikle katılıyorum, (4) katılıyorum, (3) kararsızım, (2) katılmıyorum, (1) kesinlikle katılmıyorum şeklinde bir ölçek kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR (FINDINGS)

### 4.1. Örneklem Grubun Bilgileri (Information of Sample Group)

Araştırma kapsamına alınan örneklem grubunun oturduğu mahallelere göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Örneklem grubunun oturduğu mahallere göre dağılımı  
(Table 1. The breakdown of residence neighborhood of the sample group)

	Frekans	Yüzde (%)
Yavuz Selim Mahallesi	51	17.0
Ergenekon Mahallesi	50	16.7
İnönü Mahallesi	50	16.7
Aslanlı Mahallesi	49	16.3
İzzet Paşa Mahallesi	50	16.7
Taksim Mahallesi	50	16.7
Toplam	300	100.0

Erzincan'da belediye sınırları içinde 25 adet mahalle bulunmaktadır. Kent merkezinin nüfusu 2010 yılında 102.173 kişidir. Seçilen mahallelerin nüfusu toplam 31.460 kişidir ki bu sayı kent nüfusunun yaklaşık üçte biridir. Seçilen bu altı mahalle hem nüfus bakımından hem de farklı demografik özelliklerinden dolayı yaptığımız anket çalışmasına iyi bir örneklem grup teşkil edeceği düşünülmüştür. Örneklem grubunun eğitim durumlarına göre dağılımı Tablo 2'de incelenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan mahalle sakinlerinin 25'inin (%8.6) ilkokul, 60'ının (%20.7) ortaokul, 155'inin (%53.4) lise, 50'sinin (%17.2) üniversite mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Örneklem grubunun eğitim durumlarına göre dağılımı  
(Table 2. Distribution of the sample by Education Group)

	Frekans	Yüzde (%)
İlkokul	25	8.6
Ortaokul	60	20.7
Lise	155	53.4
Üniversite	50	17.2
Toplam	290	100.0

Anketin uygulandığı örneklem grubunun eğitimli ve toplamda %70'nin lise ve üniversite mezunu olması kentteki eğitim seviyesi ve eğitim alanlarının yeterliliğini göstermektedir. Bu da, anket

sorularına verilen cevapların anlamlılığı ve güvenilirliği açısından önemlidir.

#### 4.2. Yeşil Alanların Varlığı (Assets of Green Space)

Örneklem grubunun fiziki alan durumlarından "Mahallenizde park-bahçe alanları var mı?" sorusuna verdiği cevapların dağılımı Tablo 3'de incelenmiştir. Buna göre; 200'ü (%67.1) Evet, 52'si (%17.1) Hayır, 48'i (%15.8) Kısmen şeklindedir.

Tablo 3. Örneklem grubunun "mahallenizde park-bahçe alanları var mı?" sorusuna verdiği cevapların dağılımı

(Table 3. The breakdown of answers to the question that "Is there a park-gardens in your neighborhood?")

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	200	67.1
Hayır	52	17.1
Kısmen	48	15.8
Toplam	300	100.0

Çalışmanın yapıldığı mahallelerde toplam 9 adet park bulunmaktadır. Örneklem grubun verdiği cevaplara göre kentte park-bahçe alanlarının yeterli olduğu söylenebilir.

#### 4.3. Örneklem Grubun Konutlarının Yeşil Alanlara Yakınlığı (Proximity to green spaces of the residential Area)

Örneklem grubunun fiziki alan durumlarından "Konutunuz yeşil alanlara yakın mı?" sorusuna verdiği cevapların dağılımı Tablo 4'de incelenmiştir. Buna göre; 126'sı (%42.1) Evet, 107'si (%35.7) Hayır, 67'si (%22.2) Kısmendir.

Tablo 4. Örneklem grubunun "Konutunuz yeşil alanlara yakın mı?" sorusuna verdiği cevapların dağılımı

(Table 4. The breakdown of answers to the question that "Is close to your home to green spaces?")

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	126	42.1
Hayır	107	35.7
Kısmen	67	22.2
Toplam	300	100.0

Çalışma bölgesinde toplam 9 adet olmasına rağmen, örneklem grubu "yeşil alanlara yakınlığı" %42.1 oranında "evet" demiştir. Yeşil alanlar planlanırken ulaşılabilirlik önemli bir faktördür. Kişiler oturdukları mahallenin dışındaki parkları çok fazla kullanmamaktadırlar. Bu, parkların ulaşım mesafesinde olmasının önemini ortaya koymaktadır [9]. Kentte park-bahçe alanlarının yeterli olduğu söylenebilir fakat bu alanların yürüme mesafesi içinde yer alması kullanıcı memnuniyetini daha fazla arttıracaktır.

#### 4.4. Çocuk Oyun Alanlarının Trafik Yollarına Yakınlığı (Proximity to Road Traffic of the Playground)

Örneklem grubunun fiziki alan durumlarından "Mahallenizdeki çocuk oyun alanları trafik yollarına yakın mı?" sorusuna verdiği cevaplara göre dağılım Tablo 5'de incelenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan mahalle sakinlerinin 158'i (%52.9) Evet, 67'si (%22.2) Hayır, 75'i (%24.9) Kısmendir.

Tablo 5. Örneklem grubunun "Mahallenizdeki çocuk oyun alanları trafik yollarına yakın mı?" sorusuna verdiği cevapların dağılımı  
(Table 5. The breakdown answer to the question that "Is close traffic road to playgrounds in the your neighborhood?")

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	158	52.9
Hayır	67	22.2
Kısmen	75	24.9
Toplam	300	100.0

Örneklem grubun verdiği cevaplara göre çocuk oyun alanlarının trafik yollarına yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum çocuk oyun alanlarının planlanması ilkelerinden olan "Çocuk oyun mekânları trafik yollarından uzakta olmalı ve konut ile oyun mekânı arasında yoğun trafik yolu gibi bir güçlü engel bulunmamalıdır" ve "Çocuk, oyun mekânlarına güvenlik içinde, mümkünse yaya yollarından erişebilmeli ve oyun mekânları yaya yolundan ya da araç trafiği yoğunluğu düşük yollardan giriş almalıdır" düşüncesine ters düşmektedir.

#### 4.5. Örneklem Grubun Kentsel Yeşil Alan Memnuniyeti (The Satisfaction of Sample Group for Urban Green Space)

Anketimize katılan tüm örneklem grubun mahalle ayrımı gözetmeden kentsel yeşil alanlarla ilgili memnuniyet önermeleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet önermelerinin dağılımları  
(Table 6. Distribution of the group's propositions that to urban green space satisfaction)

	Hiç Katılmıyorum		Az Katılıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum		Toplam
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
Mahallenizdeki yeşil alanlar büyüklük olarak yeterlidir.	31	10	66	22	42	14	110	37	51	17	300
Mahallenizdeki yeşil alanlar, spor ve sosyal aktiviteler bakımından yeterlidir.	30	10	54	18	42	14	92	31	78	26	296
Mahallenizdeki çocuk oyun alanlarına erişebilirlik kolaydır.	50	17	112	38	35	12	67	23	32	11	296
Mahallenizdeki çocuk oyun alanlarının büyüklükleri yeterlidir.	37	13	56	19	50	17	61	21	90	31	294

Araştırmaya katılan örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet önermelerinden "Mahallenizdeki yeşil alanlar büyüklük olarak yeterlidir." sorusuna verdiği cevaplara göre dağılım Tablo 6.'da incelenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan örneklem grubun 51'i (%17.0) kesinlikle katılıyorum, 110'u (%36.7) katılıyorum, 42'si (%14.0) kararsızım, 66'sı (%22.0) az katılıyorum, 31'i (%10.3) hiç katılmıyorum cevabını verdiği görülmektedir. Bu durum kentteki yeşil alanların büyüklük olarak genel anlamda (%54) yeterli olduğunu

göstermektedir. Erzincan belediyesi verilerine göre, araştırmaya konu olan mahallelerdeki toplam yeşil alan büyüklüğü 64800 m<sup>2</sup>'dir. Mahallelerin toplam nüfusuyla bu büyüklük oranlandığında kişi başı 2.05 m<sup>2</sup> yeşil alan karşımıza çıkmaktadır.

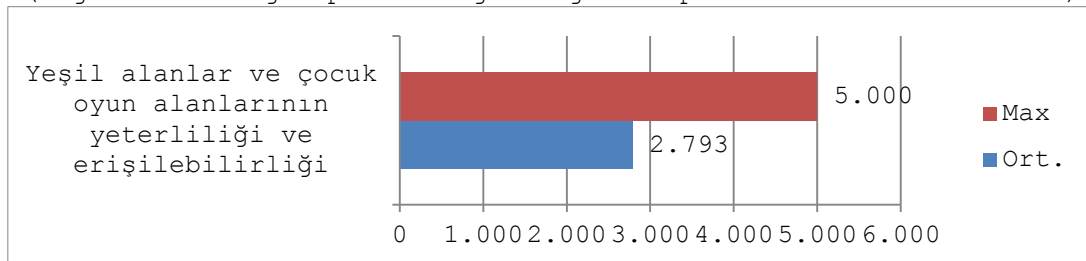
Kişi başı 2.05 m<sup>2</sup> yeşil alan büyüklüğü, kent ölçeğinden konut grubu ölçeğine dek uzanan hiyerarşik sınıflama içinde yer alan "Semt Parkı 1.5 m<sup>2</sup>/kişi, Komşuluk Birim Parkı 1.5 m<sup>2</sup>/kişi" oranlarının üstündedir. Araştırmaya katılan örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet önermelerinden "Mahallenizdeki yeşil alanlar, spor ve sosyal aktiviteler bakımından yeterlidir." sorusuna verdiği cevaplara göre dağılım Tablo 6.'da incelenmiştir. Parklarda, kişi başına düşen alanın 1/2'sinin spor vb aktivitelerle ayrılması önemlidir. Araştırmaya katılan örneklem grubun 78'i (%26.4) kesinlikle katılıyorum, 92'si (%31.1) katılıyorum, 42'si (%14.2) kararsızım, 54'ü (%18.2) az katılıyorum, 30'u (%10.1) hiç katılmıyorum cevabını verdiği görülmektedir. Buna göre kentteki yeşil alanlar, spor ve sosyal aktivite alanları "fonksiyonel/işlevsellik" olarak yeterli (%57.5) bulunmaktadır.

Araştırmaya katılan örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet önermelerinden "Mahallenizdeki çocuk oyun alanlarına erişebilirlik kolaydır." sorusuna verdiği cevaplara göre dağılım Tablo 6.'da incelenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan örneklem grubun 32'si (%10.8) kesinlikle katılıyorum, 67'si (%22.6) katılıyorum, 35'i (%11.8) kararsızım, 112'si (%37.8) az katılıyorum, 50'si (%16.9) hiç katılmıyorum cevabını verdiği görülmektedir. Çalışma alanında 9 adet çocuk oyun alanı bulunmasına rağmen, "çocuk oyun alanlarına erişebilirliğin" kolay olmadığı (%33.4) görülmektedir.

Araştırmaya katılan örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet önermelerinden "Mahallenizdeki çocuk oyun alanlarının büyüklükleri yeterlidir." sorusuna verdiği cevaplara göre dağılım Tablo 6.'da incelenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan örneklem grubun 90'ı (%30.6) kesinlikle katılıyorum, 61'i (%20.7) katılıyorum, 50'si (%17.0) kararsızım, 56'sı (%19.0) az katılıyorum, 37'si (%12.6) hiç katılmıyorum cevabını verdiği görülmektedir. Bu duruma göre kentteki çocuk oyun alanlarına erişebilirlik kolay olmasa da (%33.4), büyüklük olarak genel anlamda yeterli olduğu (%51.3) görülmektedir. Şekil 1'de, araştırmaya katılan örneklem grubun kentsel yeşil alan memnuniyet düzeylerinin ortalaması incelendiğinde, bu alanların memnuniyet düzeylerinin ortalama değerinin üstünde (2.793) ve iyi olduğu söylenebilir.

Şekil 1. Araştırmaya katılan örneklem grubun yeşil alan memnuniyet düzeylerinin ortalamaları

(Figure 1. The group's average of green space satisfaction levels)



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

İnsanlar binalar da yaşar; binalar sokakları oluşturur; sokaklar, mahalleleri; mahalleler, semtleri; semtler şehirleri oluşturur ve şehirler medeniyetlerin göstergesi olur. Sokaklar,

meydanlar, parklar ve diğer alanlar uygun olarak ölçeklendirilmiş olmalıdır. Toplumda yaşlı ve engelli insanları da düşünerek çekici, güvenli, karmaşık olmayan ve etkili olarak işleyen yollar ve kamu alanları geliştirilmelidir. Değişen sosyal, teknolojik ve ekonomik koşullara cevap verebilen, birbiriyle ilişkili ve içinde hareket kolaylığı olan alanlar yaratarak, trafikten önce insanları düşünen arazi kullanımı ve ulaşım kolaylığıyla getiren planlamalar geliştirilmelidir [10]. Araştırma kapsamında Erzincan kent merkezindeki 6 mahalle değerlendirilmiştir. Değerlendirme iki farklı aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada örneklem grup bilgileri, yeşil alanların varlığı ve konut alanlarına yakınlığı gibi bilgiler ortaya konulmuştur. İkinci aşamada ise kentsel yeşil alanlardaki memnuniyet düzeyleri değerlendirilmiş ve Erzincan'daki kentsel yeşil alanların planlanmasına dair bazı öneriler sunulmuştur. Erzincan kent merkezinin 10 km doğusunda bulunan Ekşisu piknik alanı da halkın dinlenme ve açık alan ihtiyacı karşılamaktadır. Son zamanlarda bu alanda yapılan eğlence parkı, çeşmeler, kamelyalar, yemek masaları gibi donatılar halkın beğenisini kazanmış ve bu alanın daha çok tercih edilmesini sağlamıştır.

Kent merkezinin 32 km güneydoğusunda bulunan Girlevik Şelalesi de kentin önemli yeşil alanlarından biri olup, aynı zamanda yaz kış doğa turizmi için hizmet vermektedir. Bu çalışmada yapılan anket sonuçları (**%17 kesinlikle katılıyorum, %37 katılıyorum, %14 kararsızım**), kentteki yeşil alanların büyüklük olarak genel anlamda yeterli olduğunu göstermektedir. Erzincan Belediyesinin son yıllardaki çalışmaları kişi başı 25 m<sup>2</sup> yeşil alan yaratmak yönünde olmasından dolayı kentteki yeşil alanların yeterli olduğu düşünülmektedir. Kent merkezinin güneyinde, Munzur dağlarının belirli bir bölgesi olan Ergan Dağında Dünyanın en büyük doğal kayak pistlerinden biri olan Ergan Dağı Kayak Merkezi alt yapısının tamamlanmasıyla hem şehir halkına hem de kayak severlere hizmet vermektedir. Kent merkezinin kuzeyinde, Keşiş Dağları eteğinde yer alan Esentepe Seyir Terası, şehir merkezi ve ovanın kuş bakışı izlenebildiği bir dinlenme alanı olarak halka hizmet vermektedir [8]. Buna göre kentteki yeşil alanlar, spor ve sosyal aktivite alanları yeterli bulunmaktadır. Erzincan merkezde yeşil alan olarak planlanan Atatürk Parkı, Barış Manço Parkı ve Ülkü Parkı, halkın çocuk parkı/oyun alanı ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu çalışmada yapılan anket sonuçları, çocuk oyun alanlarına erişebilirlik kolay olmasa da (**%17 hiç katılmıyorum, %38 az katılıyorum, %12 kararsızım**), büyüklük olarak (**%31 kesinlikle katılıyorum, %21 katılıyorum, %17 kararsızım**) yeterli olduğunu göstermektedir. Çocuklar oyun için genelde okul bahçelerini ve trafik yoğunluğu az olan sokakları tercih etmektedir. İmar planlarında park ve mahalle oyun alanı olarak ayrılan yerlerin kamulaştırılması yapılarak oyun alanlarının planlanması yapılmalıdır. Çocuk oyun alanları düzenlemesi sadece bir oyun grubu aletlerinin bu alana yerleştirilmesi olmamalıdır. Oyun alanlarının konumları, içindeki peyzaj öğeleri çok iyi düşünülmelidir. Çok basit gibi görünen ancak ince detayları olan oyun alanlarının içerisine girilip birebir yaşanıldığı takdirde sorun teşkil edip etmediğini ve çocuklara yönelik olup olmadığı anlaşılacaktır. Ayrıca yeşil alanların etrafında ve içerisinde yürüyüş yolları düzenlenmelidir.

Merkeze en yakın yeşil alanlardan biri olan Beytahtı Mesire Alanında doğal kaynaklar bulunmasına rağmen piknik alanı koşullarına uygun olarak düzenlenmemesi ve halk tarafından da temiz kullanılmamasından dolayı bu alan verimli kullanılmamaktadır. Gerekli düzenlemeler yapılarak bu alanında halka daha iyi hizmet veren bir dinlenme yeri olması sağlanmalıdır. Bu alanda bulunan doğal su



kaynaklarından da gerekli projeler düzenlenerek faydalanılmalıdır. Bütün bunlar sağlandığı takdirde, Erzincan daha iyi bir kentsel yeşil forma kavuşacaktır. Belirtilen eksiklikler giderildiğinde kullanıcılar için daha iyi bir kent alanı ortaya çıkacaktır. Tarihin birçok döneminde deprem felaketi yüzünden yerle bir olan Erzincan kent merkezi artık Sağlıklı Kentleşme kıstaslarına uygun olarak planlanmakta ve gelişmektedir. Daha güzel daha güçlü ve acıların yaşanmadığı bir Erzincan için tüm kurum ve kişilerin bir araya gelerek kentin planlanmasında aktif rol almaları gerekmektedir.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. [www.umass.edu/greenwav/Greenways/2GR-his.html](http://www.umass.edu/greenwav/Greenways/2GR-his.html) New EnglandGreenway: Greenway History, 15 Mayıs 2010.
2. Kostof, S., (1992). *The City Assembled-TheElements of Urban Forms Through History*, Thames&Hudson, London.
3. Dunnet, N., Swanwick, N.C., and Woolley, H., (2002). *Improving Urban Parks, Play Areasand Green Spaces*, Depart. for Transport, Local Gov. andtheRegions, London, [www.odpm.gov.uk](http://www.odpm.gov.uk) 17 Mayıs 2010.
4. Aydemir, Ş., Aydemir, S.E., Beyazlı, D.Ş., Ökten, N., Öksüz, A.M., Sancar, C., Özyaba, M. ve Türk, Y.A., (2004). *Kentsel Alanların Planlanması ve Tasarımı*, Trabzon: İber Matbaacılık.
5. Gehl, J., (1987). *Life Between Building: Using Public Spaces*, Von Nostrand Reinhold, New York.
6. Abu-Gazze T.M., (1998). *Children Use of Streets as a Playground in Abu-Nusseir, Jordan*, *Environment and Behavior*, 30/6, 799-831.
7. Büyüköztürk, Ş., (2002). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, 2. Baskı, Ankara: Pegem Yayıncılık.
8. Erzincan İl Özel İdaresi, (2010). *Stratejik Plan, (2010-2014)*, Erzincan.
9. Kısar, E., (2004). *Yeşil Alan Kullanım Özellikleri ve Tercihleri (Ataköy, Beşiktaş, Zeytinburnu Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü.
10. Şiranlı, Y.T., (2015). *Kentsel Yerleşim Alanlarında Fiziki Planlama Memnuniyetinin Araştırılması: Erzincan Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.





**Halil Ibrahim Burgan**

Istanbul Technical University, burgan@itu.edu.tr, Istanbul-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.1A30PB>

**ASSESSMENT OF FLOODPLAIN MODELS IN AFYONKARAHISAR, TURKEY**

**ABSTRACT**

Flood disaster effects directly people in terms of life, economy and social subjects. Also, industrial and agricultural areas are effected by flood disaster. There are a lot of statistical, empirical or experimental flood models to estimate flood damage. Flood hazard assessment can be determined using GIS-based flood models. In this study, Adaptive Hydraulics (AdH) model and System for Automated Geoscientific Analyses Wetness Index (SAGAWI) model are used to assess flood risk in Afyonkarahisar, Turkey. AdH model has very simple and handy graphical user interface (GUI). As data input in AdH model, precipitation, evaporation, temperature, flood discharge hydrograph, channel roughness parameter as Manning coefficient (n), channel cross-sections are required. AdH model is developed by United States Army Corps of Engineers (USACE) and Aquaveo Co. collaborated with Brigham Young University. Digital Elevation Model (DEM) data is only required in SAGAWI model as data input. SAGAWI model is integrated in open source and free QGIS software. Afyonkarahisar in Turkey is an important city in terms of tourism of thermal waters. Most of local people is living on by agriculture and farming. So, agricultural lands and animal farming can be effected by flood water, beside flood damages effect on people life. According to the results of the models, floodplain maps were compared. It is recommended that SAGAWI model can be used generally to determine flood prone areas, but any other hydraulic models as AdH model should be used locally to determine more exact flood prone areas in hydrologic and hydraulic model studies.

**Keywords:** AdH model, DEM, GIS, Hydraulic modeling, SAGAWI model.

**AFYONKARAHISAR'DA TAŞKIN MODELLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ**

**ÖZ**

Taşkın felaketi doğrudan insan hayatı, ekonomi ve sosyal konular açısından insanları etkilemektedir. Endüstriyel ve tarımsal alanlar da taşkın felaketinden etkilenmektedir. Taşkın zararını tahmin etmek için bir çok istatistiksel, ampirik ve deneysel taşkın modelleri bulunmaktadır. Taşkın zararının değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)-tabanlı taşkın modelleri belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Adaptive Hydraulics (AdH) ve System for Automated Geoscientific Analyses Wetness Index (SAGAWI) modelleri Afyonkarahisar'da taşkın riskinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. AdH modeli çok sade ve kullanışlı grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI)'ne sahiptir. Yağış, buharlaşma, sıcaklık, taşkın debisi hidrografı, kanal pürüzlülük parametresi olarak Manning katsayısı (n) ve kanal enkesitleri AdH modelde veri girişi olarak gerekmektedir. AdH model, United States Army Corps of Engineers (USACE) ve Brigham Young Üniversitesi ile işbirliği içinde olan Aquaveo şirketi tarafından geliştirilmiştir. Sadece Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi, SAGAWI modelde veri girişi olarak yeterli olmaktadır. SAGAWI modeli, açık kaynak kodlu ve ücretsiz QGIS yazılımı ile entegre çalışabilmektedir. Afyonkarahisar termal sular turizmi açısından Türkiye'de önemli bir şehirdir. Çoğu yerli insan geçimini hayvancılık ve tarım ile sağlamaktadır. Dolayısıyla, insan hayatının taşkın zararlarından etkilenmesi yanında tarımsal alanlar ve hayvancılık da taşkın sularından etkilenmektedir. Modellerin sonuçlarına göre haritaları karşılaştırılmıştır. Hidrolojik ve hidrolik model çalışmalarında, SAGAWI modelinin genel olarak taşkına hassas alanlarının belirlenmesinde kullanılabileceği önerilmiş fakat AdH modeli gibi diğer hidrolik modellerin yerel olarak daha kesin taşkına hassas alanların belirlenmesinde kullanılabileceği önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AdH model, CBS, Hidrolik Modelleme, SAGAWI Model, SYM



## 1. INTRODUCTION

Water is essential for human life every time. There are a lot of studies to take water under control as flood, drought, storage, irrigation, etc. Estimation of extreme events as flood and drought is based on observations and historical events. In some basins, hydrological and meteorological data are available as discharge, precipitation, evapotranspiration, etc. But the estimation of floods is necessary to protect local people in terms of life, financial, social losses.

Flood disasters are not only based on meteorological events. Urbanization is major problem for flood disaster. So considering these alterations, flood hazard assessment should be reevaluated.

Although flood extent estimation is very difficult using experimental or empirical methods, GIS-based flood models are used widely and practically nowadays. GIS-based flood models use mathematical expressions and topography in their background. So, calculations and visualizations are very useful to define flood extents.

Despite the progress in flood modeling research, flooding continues to plague many areas of the world. In Turkey, State Hydraulic Works (DSI) observe flow data and is related to flood issues. This study consists of a comparison of two floodplain models as Adaptive Hydraulics (AdH) and System for Automated Geoscientific Analyses Wetness Index (SAGAWI) models. They are different type hydraulic and hydrologic models.

## 2. RESEARCH SIGNIFICANCE

Flooding induced by storm events is a major concern in many regions of the world (Knebl et al., 2005). More data is required in flood modelling studies. Because of lack of data in ungauged basins, flood models which require less data than other models are preferred. SAGAWI model produces Catchment area, Modified catchment area, Catchment slope and Saga topographical wetness index from only DEM data. DEM can be downloaded website (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>).

State Hydraulic Works (DSI) uses MIKE11 and HECRAS softwares for flood studies in Turkey. Through the results of this study, the comparison of flood models which are used in Turkey is possible.

## 3. METHOD

### 3.1. AdH Model

The Adaptive Hydraulics (AdH) Model is a finite element modelling package that can describe both saturated and unsaturated groundwater, overland flow, 3D Navier-Stokes and 3D shallow water problems (USACE, 2015). The 2D shallow-water equations are a result of the vertical integration of the equations of mass and momentum conservation for incompressible flow under the hydrostatic pressure assumption. Written in conservative form, the 2D shallow water equations are

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y} + H = 0 \quad (1)$$

where



$$U = \begin{Bmatrix} h \\ uh \\ vh \end{Bmatrix}, F = \begin{Bmatrix} uh \\ u^2h + \frac{1}{2}gh^2 - h\frac{\sigma_{xx}}{\rho} \\ uvh - h\frac{\sigma_{yx}}{\rho} \end{Bmatrix}, G = \begin{Bmatrix} vh \\ uvh - h\frac{\sigma_{xy}}{\rho} \\ v^2h + \frac{1}{2}gh^2 - h\frac{\sigma_{yy}}{\rho} \end{Bmatrix}, H = \begin{Bmatrix} 0 \\ gh\frac{\partial z_b}{\partial x} + \tau_{bed_x} \\ gh\frac{\partial z_b}{\partial y} + \tau_{bed_y} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

where  $\rho$  is the fluid density,  $g$  is the gravitational acceleration,  $z_b$  is the bed elevation, and  $\tau_{bed,i}$  is the bed shear stress drag, where the subscript ( $i$ ) indicates the direction ( $x$  and  $y$ ),  $h$  is the flow depth,  $u$  is the  $x$  component of velocity,  $V$  is the  $y$  component of velocity, and the  $\sigma$ 's are Reynolds stresses due to turbulence, where the first subscript indicates the direction, and the second indicates the face on which the stress acts (Savant and McAlpin, 2014).

The Reynolds stresses are determined using the Boussinesq approach to the gradient in the mean currents:

$$\sigma_{xx} = 2\rho v_t \frac{\partial u}{\partial x}, \sigma_{yy} = 2\rho v_t \frac{\partial v}{\partial y}, \sigma_{xy} = \sigma_{yx} = \rho v_t \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad (3)$$

where  $v_t$  = kinematic eddy viscosity (which varies spatially).

The AdH shallow-water equations are placed in conservative form to ensure mass conservation and balance of momentum and pressure across an interface (Berger and Howington, 2002). The equations are discretized using the finite element approach with the velocities and depth being represented as linear polynomials on each element.

### 3.2. SAGAWI Model

SAGA has been designed for an easy and effective implementation of spatial algorithms and hence serves as a framework for the development and implementation of geoscientific methods and models. There a lot of studies using SAGA GIS free-open source software, i.e. Digital terrain analysis and geomorphology, Digital soil mapping, Climatology and meteorology, Remote sensing and image processing and Miscellaneous (Conrad et al., 2015). Also some hydrological indices from topography can be calculated in the software.

Catchment area grids can be used to calculate some very interesting indices, which will supply useful information about the hydrological characteristics of each cell. These indices are calculated using rather simple formulas that involve catchment area and slope as their main parameters, and that could be easily evaluated using the grid calculator. However, SAGA provides a ready-to-use module that will ease this task, avoiding the introduction of any formula (Olaya, 2004).

As expected, slope and catchment area grids are required as input, and a third optional grid appears also under the Input node. This grid should contain transmissivity values to be used for the first output grid, Topographic Index. It is extremely rare to have information about transmissivity, so you will probably never use this field. If no grid is selected, a constant transmissivity is assumed. The wetness index is calculated using the following expression.

$$W = \frac{a}{\ln S} \quad (4)$$

where  $a$  is specific catchment area and  $S$  is slope including  $T_0$  is soil transmissivity.

The wetness index comes from the TOPMODEL (Beven and Kirby, 1979) hydrological model, and is related with soil moisture. It indicates the tendency of a cell to produce runoff, since areas with high moisture are more prone to become saturated. The higher the value of this index in a cell, the higher soil moisture that can be found in it.

#### 4. RESULTS

Adaptive Hydraulics (AdH) model results are acquired from Surface Water Modeling System (SMS) software. SAGAWI model results and floodplain maps are prepared using Quantum GIS (QGIS) and System for Automated Geoscientific Analyses GIS (SAGA GIS) softwares.

Afyonkarahisar city center, Afyon Kocatepe University (AKU) Ahmet Necdet Sezer (ANS) Campus and some rural areas as Kucukcobanli, Erenler and Cayirbag villages have flood risk according to AdH model results (Figure 1). Because of usage of more data in AdH model, hydraulic model results should be expected more accurate results.

According to SAGAWI model results, the same regions in hydraulic model are found in SAGAWI model. There are two regions as Region A and Region B which have higher flood risk in the map (Figure 2). Region A covers AKU-ANS Campus, Kucukcobanli, Erenler and Cayirbag villages. Region B covers too many agricultural areas and Afyon Military Airport which is the biggest Military Airport in Turkey and the second biggest Military Airport of NATO.

The floodplain maps of two models are overlapped in large. The results can be compared another hydraulic and hydrologic flood model results.



Figure 1. Afyonkarahisar floodplain map of AdH model

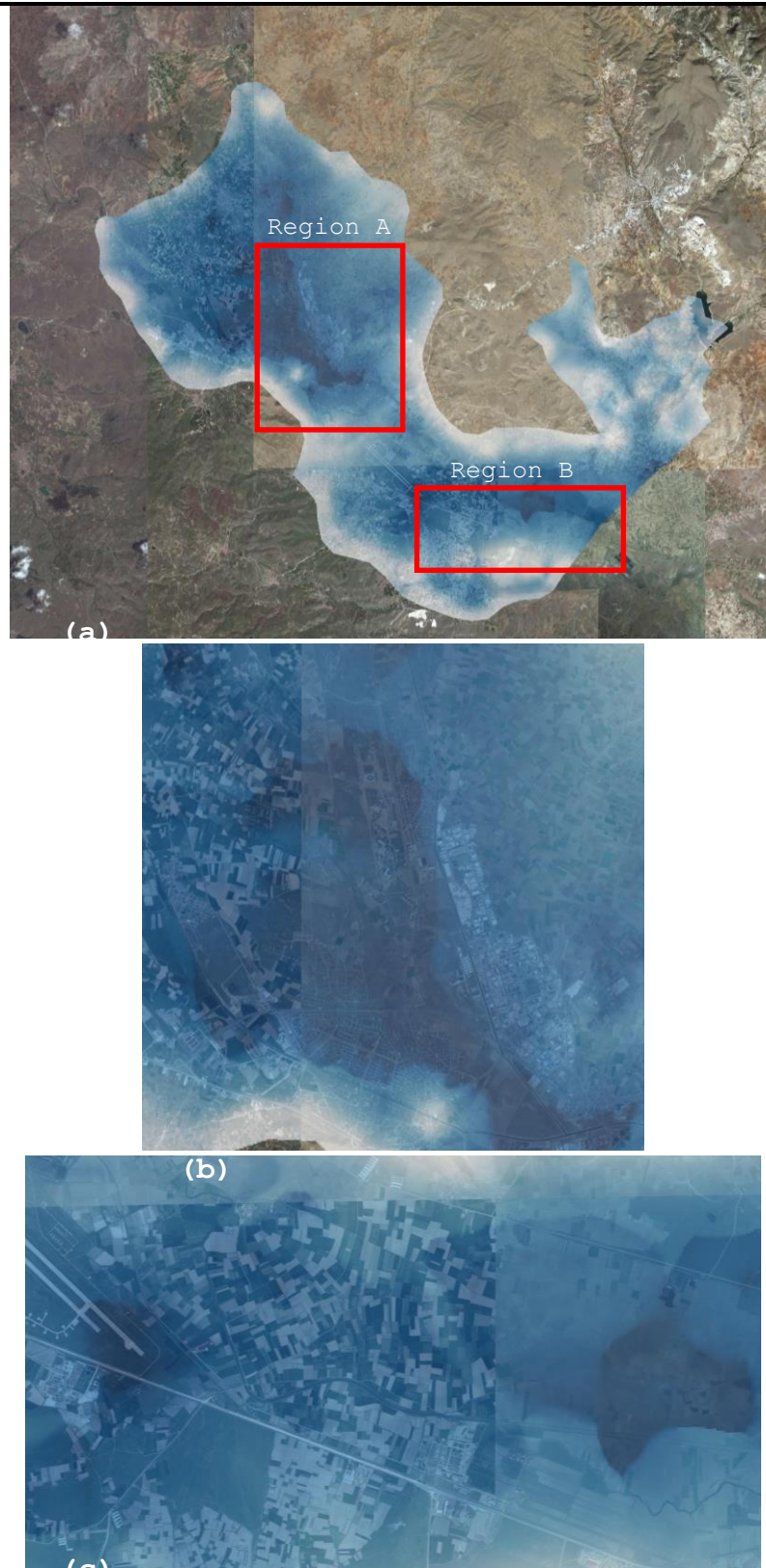


Figure 2. (a) Afyonkarahisar floodplain map of SAGAWI model. (b) Zoomed floodplain map to Region A. (c) Zoomed floodplain map to Region B.



---

## 5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Some assessments and suggestions are given below:

- GIS-based floodplain models are widely used. Less data required and free-open source softwares importance is rising. Because every time for any region finding flow and any meteorological data cannot be acquired.
- In this study, AdH (Hydraulic) and SAGAWI (Hydrologic) models are compared and similar results are required. Any other models can be tried for Afyonkarahisar region.
- Afyonkarahisar region has nearly 300000 populations. Most of local people is living on by agriculture and farming. Flood issue should be investigated more detailed.
- In terms of thermal tourism and heating people in winter days, thermal waters are important. While creating floodplain model, groundwater and thermal waters should be taken into account.
- Urbanization plays the major role on flood events. Urbanization rises flood effect and reduces peak discharge time. So urbanization should not be allowed in places with high risk of flooding.

## REFERENCES

- Berger, R.C. and Howington, S.E., (2002). Discrete fluxes and mass balance in finite elements. *Journal of Hydraulic Engineering*, 128(1), 87-92.
- Beven, K.J. and Kirkby, M.J., (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24(1), 43-69.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., and Böhner, J., (2015). System for automated geoscientific analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*, 8(7), 1991-2007.
- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., and Maidment, D.R., (2005). Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event. *Journal of Environmental Management*, 75(4), 325-336.
- Olaya, V., (2004). A gentle introduction to SAGA GIS. 195 pages.
- Savant, G., and McAlpin, T.O., (2014). Tidal hydrodynamics in the lower Columbia River estuary through depth averaged adaptive hydraulics modeling. *Journal of Engineering*, vol. 2014, 12 pages.
- US Army Corps of Engineers (USACE), (2015). Adaptive Hydraulics (AdH) Version 4.5 Hydrodynamic User Manual. A two-dimensional modeling system developed by the Coastal and Hydraulics Laboratory.



**Uğur Çaligülü**

Fırat University, ucaligulu@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Halil Dikbaş**

Fırat University, hdikbas@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Adil Küçükarslan**

Fırat University, metrekklam@hotmail.com, Elazig-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A1PB>

**AISI 1030 ÇELİK YÜZEYİNE GTA KAYNAK YÖNTEMİYLE Ni<sub>3</sub>Al İNTERMETALİK BİLEŞİĞİNİN KAPLANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**ÖZ**

Bu çalışmada, AISI 1030 Çeliğine GTA kaynak yöntemiyle Ni<sub>3</sub>Al tozu kaplanmıştır. Numunelerin mikro yapı ve mikro sertlik değerleri üretim parametrelerine bağlı olarak araştırılmıştır. Deneysel çalışmada; 120 ve 140 A kaynak akımı değerleri değişken parametreler olarak seçilmiştir. Kaplama tabakalarında meydana gelen mikro yapı değişiklikleri optik mikroskop, SEM, EDS ve XRD analizleri ile incelenmiştir. Yüzeyi kaplanmış malzemelerin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla numunelere mikrosertlik testleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda; 120 Amperin altındaki kaplamalarda yeterli düzeyde yüzey kaplamanın oluşmadığı, 140 Amperin üzerindeki kaplamalarda ise kaplama tabakasında deformasyonun meydana geldiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu iki parametre optimum parametreler olarak seçilmiştir. En yüksek mikrosertlik değeri kaplama tabakasında 470 HV olarak, en düşük mikrosertlik değeri de ana malzemede 150 HV olarak ölçülmüştür. X-Ray analizleri açısından incelendiğinde, kaplama tabakalarında FeC, FeNi, Fe<sub>2</sub>Ni, Ni<sub>3</sub>Al ve Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> gibi fazların oluştuğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AISI 1030, Ni<sub>3</sub>Al, GTA, Kaplama, İntermetalikler

**INVESTIGATION OF SURFACE COATING Ni<sub>3</sub>Al INTERMETALIC COMPOUND ON THE AISI 1030 STEEL BY USING GTA WELDING METHOD**

**ABSTRACT**

In this study, AISI 1030 steel surfaces were coated by Ni<sub>3</sub>Al powders by using GTA welding method. The micro-structures and micro-hardness values of the samples were investigated based on the process parameters. In experimental study; 120 and 140 a welding current were selected as variable parameters. The microstructures of the surface coatings were examined by optical microscopy, SEM, EDS and XRD analysis. Microhardness tests were applied to the coated samples in order to determine the mechanical properties of materials. As a result of studies; in coatings does not occurred adequate surface coating at lower values than 120 Ampere, and the coating layer was observed deformation that the higher values than 140 Ampere. Therefore, these two parameters were selected as optimum parameters. The highest microhardness value in coating layers was measured as 470 HV, the lowest microhardness value in main material was measured as 150 HV. According to X-ray analysis; in coating layers such as FeC, FeNi, Fe<sub>2</sub>Ni, Ni<sub>3</sub>Al ve Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> phases were observed.

**Keywords:** AISI 1030, Ni<sub>3</sub>Al, GTA, Coating, Intermetallics

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Orta Karbonlu Çelikler %0.20-0.55 arasında karbon ihtiva eden çeliklerdir. Karbon miktarına bağlı olarak orta derecede mekanik özelliklere sahiptirler. Bu gruptaki çeliklerin en büyük özellikleri, ısıtılma işlemi yeterli derecede sertleştirilebilmeleridir. Bilhassa makine imalat sanayinin tercih ettiği çeliklerdir [1]. Makine, civata, somun, dingil, gemi şaftı, uskur mili, dişli çark, transmisyon mili, frezeli mil, yük kancası, manivela kolu, ray, kazma, kürek gibi araç gereçlerin yapımında kullanılmaktadır. Isıl işlem ile sertleştirilmeye uygundur [2 ve 3]. Gaz - tungsten ark kaynağı (GTA veya GTA), bir gaz altı kaynak tekniği olup, ergimeyen bir tungsten elektrot ile iş parçası arasında ark oluşturulması sonucu gerekli olan ısı ve enerjinin üretilmesi ile yapılan yöntemdir. Tungsten elektrot ile herhangi bir metal transferi olmadığından, ark sadece esas malzemeyi eritmek amacıyla kullanılır [4]. Nikel esaslı süper alaşımlarda en önemli mukavemetlendirici  $Ni_3Al$ 'dir [5]. Geleneksel malzemelerin tersine  $Ni_3Al$  ve alaşımlarında akma mukavemeti artan sıcaklıkla düşüş yerine yükseliş gösterir.  $Ni_3Al$ 'nin tek kristalli oldukça sünektir, fakat polikristaller düşük sıcaklıklarda kırılmalıdır. Polikristalin  $Ni_3Al$ 'nin kırılma dayanımı tane sınırlarından kaynaklanmaz.  $Ni_3Al$ 'nin belirli avantajları vardır. Bunlar:

- Yoğunluğu nikel esaslı süper alaşımların yaklaşık üçte ikisi kadar olması,
- Termal iletkenliği bileşime ve sıcaklığa bağlı olarak nikel esaslı süperalaşımların 4 ile 8 katı kadar olması,
- Mükemmel oksidasyon direnci ve birçok intermetalik bileşikle karşılaştırıldığında plastik deformasyon kabiliyetini kolaylaştıran basit düzenli hacim merkezli kübik (CsCl) kristal yapısıdır [5 ve 6].

### 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmada, AISI 1030 çelik yüzeyine  $Ni_3Al$  tozu geleneksel ergitme kaynak tekniklerinden Gaz Tungsten Ark (GTA) yöntemi kullanılarak yüzey kaplama işlemi yapılmış ve elde edilen kaplama tabakasında oluşması muhtemel karbür veya fazların malzemenin yüzeyine olan etkileri incelenmiştir.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (EXPERIMENTAL STUDY)

Çalışmada kullanılan (%99,9 saflıkta Ni ve %99,9 saflıkta Al) tozların ortalama tane boyutu 45  $\mu m$  (-325 mesh)'dir. %75 Al-%25 Ni atomik oranda hazırlanan tozlar, homojen bir karışım sağlamak için özel olarak tasarlanan dönen bir kap içerisinde 16 devir/dak. ile 12 saat süreyle karıştırılmıştır. Çalışmada kullanılan AISI 1030 çelik malzemenin kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de, tozların özellikleri ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. AISI 1030 çelik malzemenin kimyasal kompozisyonu  
(Table 1. Chemical composition of AISI 1030 steel)

AISI	C	Mn	Si	P	S	Fe
1030	0.330	0.286	0.645	0.015	0.032	Kalan



Tablo 2. Çalışmada kullanılan tozların özellikleri  
(Table 2. Properties of powders used in the study)

Malzeme özellikleri	Nikel (Ni) Tozu	Alüminyum (Al) Tozu
Saflık derecesi (%)	99,9	99,9
Toz Boyutu (mesh)	-325	-325
Ergime sıcaklığı (°C)	1453	660.4
Özgül Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	8,908	2.7
Atom kütlesi (gr/mol)	58,71	26.9
Kaynama sıcaklığı (°C)	2832	2467

GTA kaynak yöntemi ile yüzey kaplama işlemlerinde 100x16x16 mm boyutlarındaki AISI 1030 çelik kullanılmıştır. Kaplama tozlarının yüzeyden uzaklaşmasını önlemek ve farklı tabaka kalınlıklarında bir yüzey edebilmek amacıyla Şekil 1'de görüldüğü üzere 1,5 mm derinliğinde ve 10 mm genişliğinde kanal açılmıştır. Yüzey işlemi sonrası, yağ ve metal atıklarından arındırılması için aseton banyosunda temizlenerek kurutulmuştur.



Şekil 1. AISI 1030 çeliğin kaplama öncesi resmi  
(Figure 1. Pre-coating figure of AISI 1030 steel)

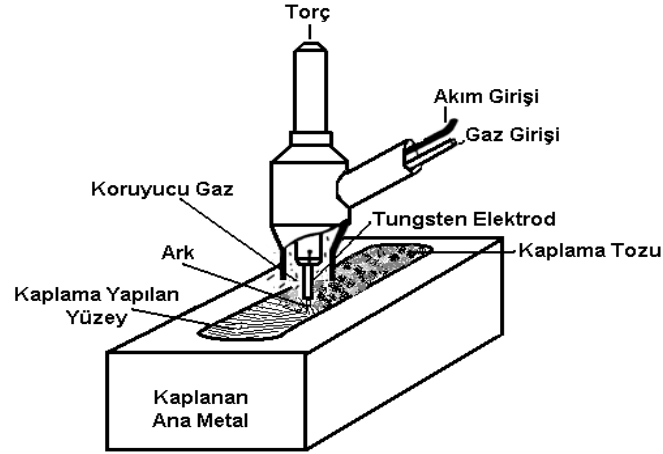
GTA kaynağı ile yapılan kaplamalar için gerekli kaynak parametreleri Tablo 3'de gösterilmiştir. Bu parametreler kullanılarak, tüm GTA kaplamaları Şekil 2 ve 3'de şematik resimleri verilen GTA kaynak makinesinde yapılmıştır.

Tablo 3. GTA kaynak parametreleri  
(Table 3. GTA welding parameters)

Koruyucu Gaz Cinsi	Argon
Koruyucu Gaz Debisi (Atm)	12
Kaynak Gerilimi (Volt)	20
Kaynak Akımı (Amper)	N1=120 N2=140
Akım Türü	DC
Kaynak Balansı	5
Tungsten Elektrod Cinsi	% 2 Toryumlu
Tungsten Elektrot Çapı (mm)	2,4



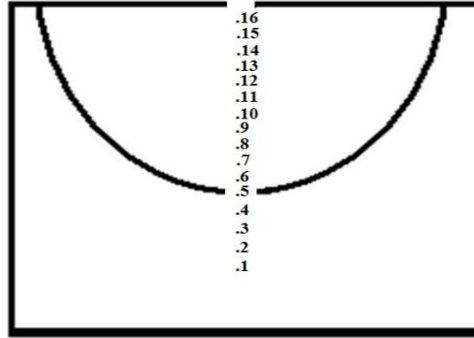
Şekil 1. GTA kaynak donanım resmi  
(Figure 2. Figure of GTA welding equipment)



Şekil 3. GTA kaplamanın şematik resmi [4]  
(Figure 3. Schematic figure of GTA coating [4])

### 3.1. Mikrosertlik Ölçümleri (Microhardness Measurements)

Numunelerin mikrosertlik ölçümleri ise; EMCOTEST DuraScan marka mikrosertlik ölçme cihazında yapılmıştır. Numunelerin mikrosertlik değerinin alındığı noktalar Şekil 4'de şematik olarak gösterilmiştir. Mikrosertlik ölçümleri 25 gr yük uygulanarak 5 saniye bekleme süresinde 0.5 mm mesafelerle toplam 11 ölçüm alınarak belirlenmiştir. Bu ölçümlerin dördü AISI 1030 çelik tarafından, beşincisi tam kaplama kısmı ile AISI 1030 çeliğin kesiştiği bölgeden ve diğer ölçümler ise, kaplama bölgesinde aşağıdan yukarıya doğru alınmıştır.



Şekil 4. Mikrosertlik ölçüm numunesi [7]  
(Figure 4. Sample of microhardness measurement [7])

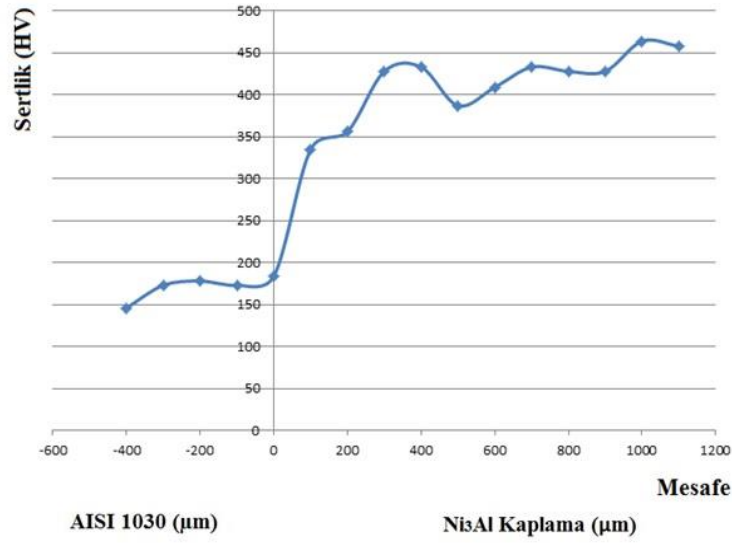
### 3.2. Kaplamaların SEM-EDS ve X-Ray Analizleri (SEM-EDS and X-Ray Analysis of Coatings)

Numunelerin mikroyapı incelemelerinde; taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve enerji dağılım spektrometeresi (EDS) analizleri için JEOL marka JSM-7001F model mikroanaliz cihazı kullanılmıştır. Ayrıca numunelerin kaplama tabakasında meydana gelen fazların tespiti için İnönü Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi, X-Işını Kırınımı (XRD) Analiz Laboratuvarında bulunan Rigaku RadB-DMAX II Bilgisayar Kontrollü X-Işınları Difraktometresi cihazı kullanılmıştır.

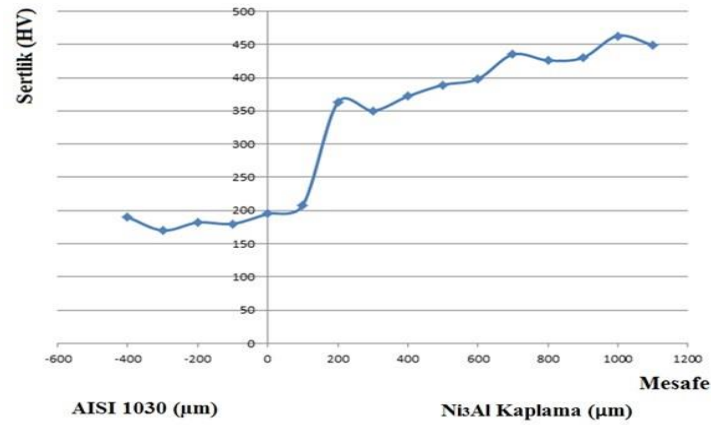
## 4. TARTIŞMA (DISCUSSION)

### 4.1. Kaplamaların Mikrosertlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Evaluation of Microhardness Results of Coatings)

Kaplama malzemesinden AISI 1030 çeliğe doğru çizgisel bir hat boyunca 0.5 mm aralıklarla yapılan mikrosertlik ölçüm sonuçları, sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Numunelerden alınan sertlik dağılımları incelendiğinde sertlik dağılımlarının dört farklı bölgede Ana Malzeme Bölgesi (AMB), Kısmen Dönüşüme Uğramış Bölge (KDUB), Geçiş Bölgesi (GB) ve Kaplama Bölgesi (KB) değiştiği görülmektedir. Kaplama malzemesinde ve geçiş bölgesinde değişim gösteren ölçüm sonuçları; kaplama malzemesinde maksimum olduğu, esas malzemeye doğru ana malzemenin sertlik değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ni<sub>3</sub>Al bileşiği 1390 °C lik bir ergime sıcaklığına ve KYM kristal kafes yapısına sahip bir bileşik olup mikrosertlik değeri 450 HV'dir [8 ve 9]. AISI 1030 orta karbonlu çelik malzemenin ise mikrosertlik değeri 153-170 HV'dir. Kaplama tabakasından elde edilen mikrosertlik değerleri incelendiğinde, AISI 1030 çelik yüzeyinde GTA kaynak yöntemi kullanılarak yapılan kaplama işlemi sonucunda yüzeyde Ni<sub>3</sub>Al bileşiğinin oluştuğu ve buna bağlı olarak da mikrosertlik değerine yakın değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla kaplama bölgesinin mikrosertlik değerinin ana malzemenin mikrosertlik değerinden yüksek olmasının temel nedeninin bundan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 5. N1 nolu numunenin mikrosertlik grafiği  
(Figure 5. Microhardness graphy of N1 sample)

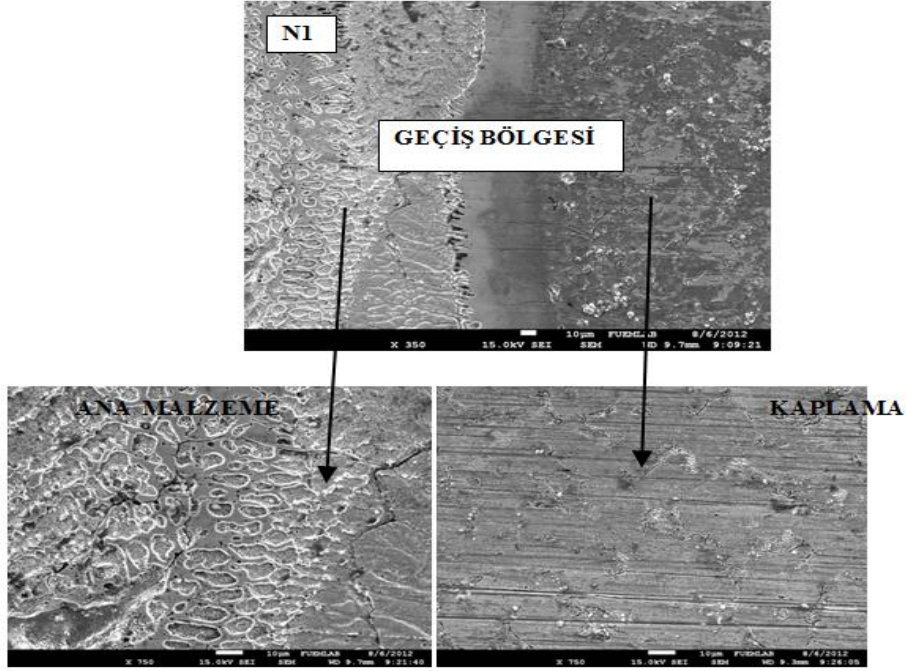


Şekil 6. N2 nolu numunenin mikrosertlik grafiği  
(Figure 6. Microhardness graphy of N2 sample)

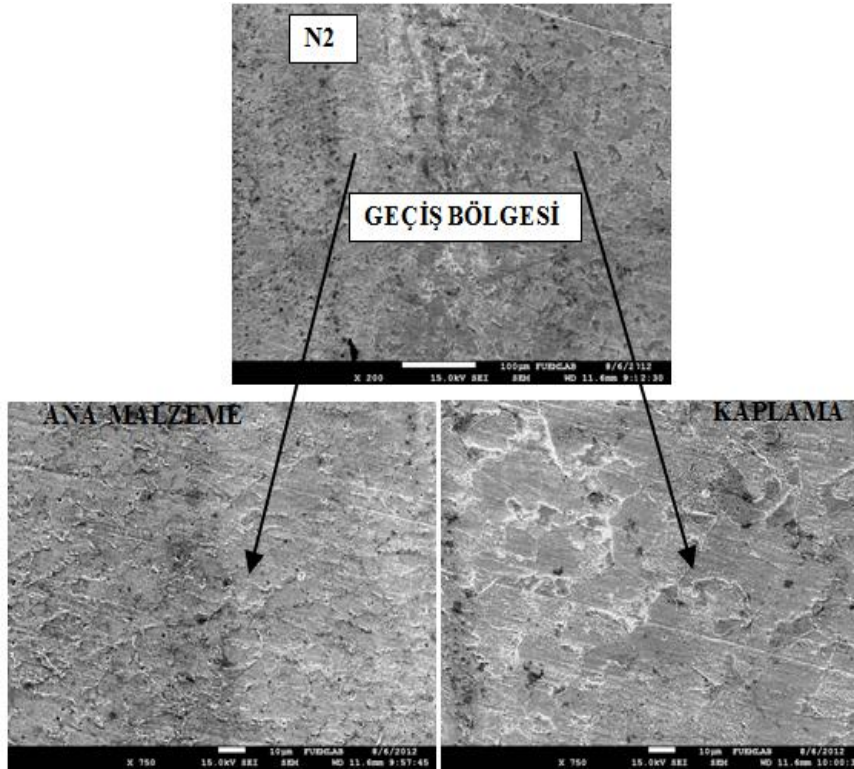
#### 4.2. Kaplamaların Ara Yüzeyinden Alınan SEM Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi (Evaluation of SEM Analysis Results Taken from Interface of Coatings)

Farklı işlem parametreleri kullanılarak kaplanan numunelere ait SEM görüntüleri sırasıyla Şekil 7 ve 8'de verilmiştir. Bu çalışmada kaplama malzemesi ile altlık farklı bileşimlere sahip olduğundan arayüzeyin hem kaplama malzemesi tarafında hem de altlık tarafında farklı yapıların ortaya çıktığı görülmektedir. Kaplama numunesinde; Ana Malzeme Bölgesi (AMB), Kısmen Dönüşüme Uğramış Bölge (KDUB), Geçiş Bölgesi (GB) ve Kaplama Bölgesi (KB) gibi farklı bölgelerin oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle, mikroyapı değerlendirilmesi yapılırken işlem parametrelerine bağlı olarak ortaya çıkan bu yapıların boyutları ve şekil olarak değişimleri dikkate alınmıştır. Şekil 7'den de açıkça görüldüğü gibi N1 nolu numunede altlık malzeme ile kaplama malzemesi arasında tamamen bir birleşmenin olduğu görülmektedir. Ayrıca artan

kaynak akım şiddetine bağlı olarak kaplama malzemesinin altlık malzemesine daha iyi difüze olduğu görülmektedir.



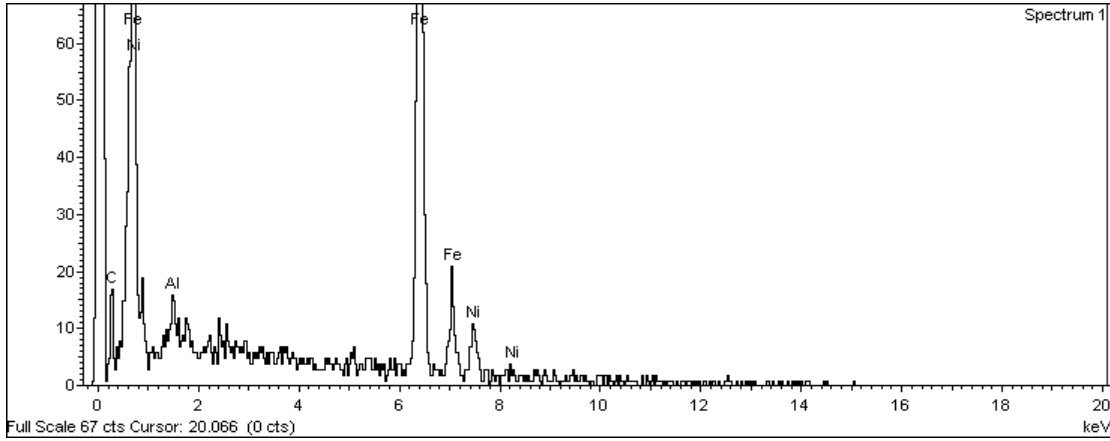
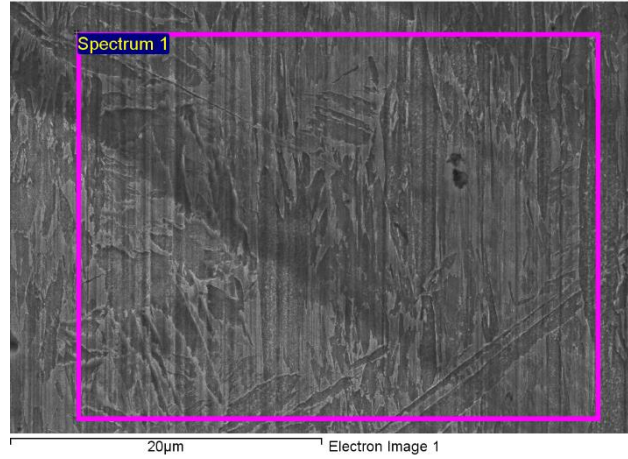
Şekil 7. Ni<sub>3</sub>Al kaplanan N1 no'lu numuneye ait SEM fotoğrafları  
(Figure 7. SEM photographs belonging to N1 sample coating with Ni<sub>3</sub>Al)



Şekil 8. Ni<sub>3</sub>Al kaplanan N2 no'lu numuneye ait SEM fotoğrafları  
(Figure 8. SEM photographs belonging to N2 sample coating with Ni<sub>3</sub>Al)

#### 4.3. Kaplama Tabakasından Alınan EDS ve XRD Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi (Evaluation of EDS and XRD Analysis Results Taken from Coating Layer)

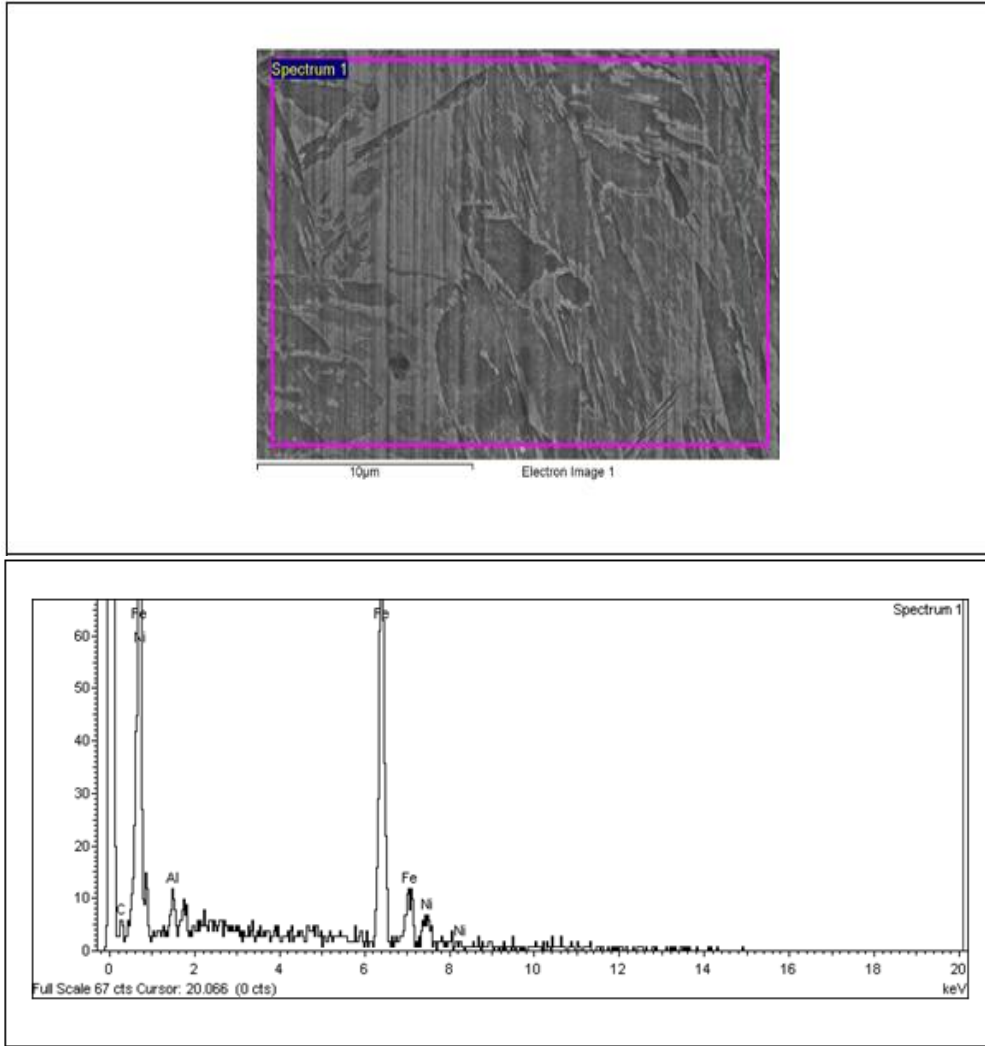
N1 ve N2 no'lu numunelere ait EDS analiz sonuçları aşağıda görülmektedir. Ni<sub>3</sub>Al kaplanmış AISI 1030 numuneler EDS analizleri açısından incelendiğinde, kaplama tabakasinda C, Al, Fe ve Ni gibi elementler tespit edilmiştir. C'nin bir arayer elementi olması sebebiyle kaplama tabakasina doğru daha kolay difüze olduğu görülmektedir. Fe ve C elementlerinin AISI 1030 çelik tarafından, Ni ve Al elementlerinin ise kaplama toz malzemesinden geldiği görülmektedir (Şekil 9 ve 10, Tablo 4 ve 5).



Şekil 9. N1 No'lu Numuneye Ait EDS Noktalarını Gösteren SEM Fotoğrafları  
(Figure 9. SEM photographs indicatived EDS points of N1 sample)

Tablo 4. N1 no'lu Numuneye Ait EDS Analiz Sonuçları  
(Table 4. Results of EDS analysis belonging to N1 samples)

EDS Noktası	Alaşım Elementleri (% Miktar)			
	Ni	C	Fe	Al
	16.70	0.71	74.07	8.52

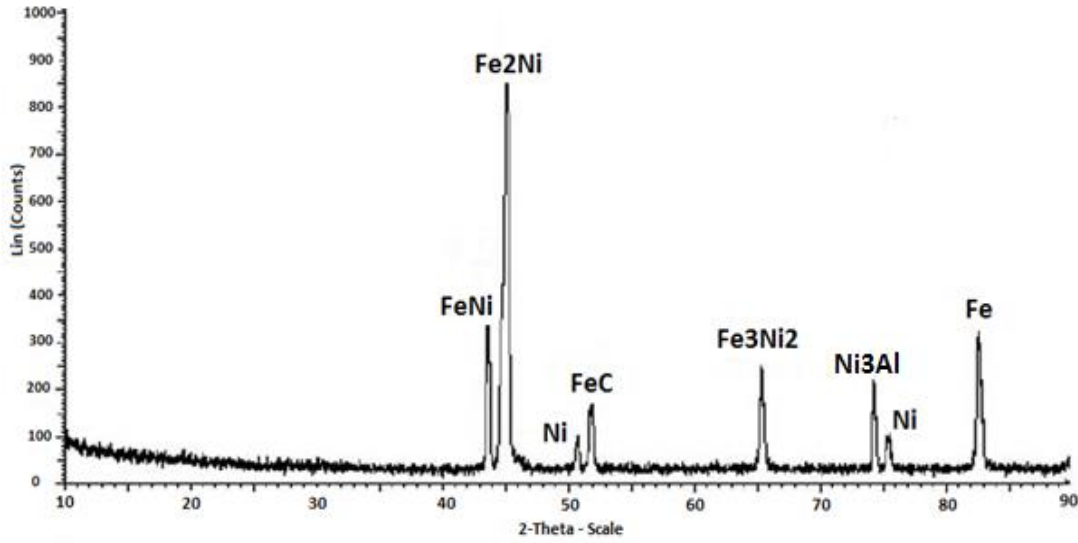


Şekil 10. N2 no'lu Numuneye Ait EDS Noktalarını Gösteren SEM Fotoğrafları  
(Figure 10. SEM photographs indicatived EDS points of N2 sample)

Tablo 5. N2 no'lu Numuneye Ait EDS Analiz Sonuçları  
(Table 5. Results of EDS analysis belonging to N2 samples)

EDS Noktası	Alaşım Elementleri (% Miktar)			
	Ni	C	Fe	Al
	13.05	1.33	77.53	8.09

N1 ve N2 no'lu numunelere ait X-Ray analiz sonuçları Şekil. 11'de görülmektedir. X-Ray analiz sonuçları, Al-Ni denge diyagramı ile birlikte incelendiğinde; %75 Ni ve %25 Al toz içeriğinde kaplama tabakasında oluşması muhtemel FeC, FeNi, Fe<sub>2</sub>Ni, Ni<sub>3</sub>Al ve Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> gibi fazların oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 11. Ni<sub>3</sub>Al Kaplama Tabakalarının X-Ray Analizi  
(Figure 11. X-Ray analysis of Ni<sub>3</sub>Al coating layers)

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, AISI 1030 çelik malzemesine farklı işlem parametrelerinde Ni<sub>3</sub>Al intermetalik bileşiği kaplanmıştır. İşlem parametrelerinin kaplamaların birleşme bölgesinde meydana gelen mikroyapısal değişim ve mekanik davranışları üzerine olan etkileri incelenmiş olup, elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- AISI 1030 çelik üzerine Ni<sub>3</sub>Al intermetalik bileşiği GTA kaynak yöntemiyle 120 ve 140 Amper akım şiddeti kullanılarak kaplanmıştır.
- Kaplamaların birleşme ara yüzeyinden alınan mikroyapı fotoğraflarının tamamına bakıldığında literatürde belirtilen dört temel bölgeden meydana geldiği görülmektedir. Bunlar; A: Ana malzeme, B: Kısmen dönüşüme uğramış bölge, C: Geçiş bölgesi, D: Kaplama malzemesi olarak birbirlerinden ayrılmaktadırlar.
- Numunelerde altlık malzeme ile kaplama malzemesi arasında tam bir birleşmenin olduğu görülmektedir. Artan kaynak akım şiddetine bağlı olarak kaplama malzemesinin altlık malzemesine tamamen kaplandığı görülmektedir. Ayrıca modifiye edilen bölgelerde herhangi bir çatlak veya kalıntılara rastlanılmamıştır.
- İki farklı kaynak akım şiddeti kullanılarak, GTA kaynak yöntemi ile kaplanan numunelerin, mikrosertlik analizleri incelendiğinde; kaplama malzemesinden AISI 1030 çeliğe doğru çizgisel bir hat boyunca 0.5 mm aralıklarla yapılan mikrosertlik ölçüm sonuçlarına göre kaplama malzemesine doğru gidildikçe sertliğin arttığı görülmüştür. X-Ray analiz sonuçları, Al-Ni denge diyagramı ile birlikte incelendiğinde kaplama tabakasında FeC, FeNi, Fe<sub>2</sub>Ni, Ni<sub>3</sub>Al ve Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> gibi fazların oluştuğu ve buna bağlı olarak da mikrosertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. En yüksek mikrosertlik değeri kaplama tabakasında 470 HV olarak, en düşük mikrosertlik değeri de ana malzemede 150 HV olarak ölçülmüştür.
- Ni<sub>3</sub>Al kaplanmış AISI 1030 numuneler EDS analizleri açısından incelendiğinde, kaplama tabakasında C, Al, Fe ve Ni gibi elementler tespit edilmiştir. C'nin bir arayer elementi olması sebebiyle kaplama tabakasına doğru daha kolay difüze olduğu görülmektedir. Fe ve C elementlerinin AISI 1030 çelik tarafından,



Ni ve Al elementlerinin ise kaplama toz malzemesinden geldiği görülmektedir.

- X-Ray analizleri açısından incelendiğinde, kaplama tabakasında FeC, FeNi, Fe<sub>2</sub>Ni, Ni<sub>3</sub>Al ve Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> gibi fazların oluştuğu tespit edilmiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Savaşkan, T., (2009). Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, Trabzon.
2. 61.http://www.comertcelik.com/urunler.asp?code=120000000000
3. Çalığülü, U., (2009). AISI 304-430 Paslanmaz-AISI 1010 Çelik Çiftlerinin Lazer Yöntemi İle Kaynağında Birleşme Özelliklerinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.
4. Buytoz, S., (2004). AISI 4340 Çeliğinin Nitrürasyon ve GTA Ark Kaynak Yöntemi ile Yüzey Modifikasyonu İşlemleri Sonrası Mekaniksel Davranışlarının Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.
5. Villars, P., Mathis, K., and Hulliger, F., (1989). Cohesion and Structure, 2, 1-103.
6. Beken, M., (2014). Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Kendi Kendine İlerleyen Yüksek Sıcaklık Sentezlenmesi Yöntemiyle (SHS - KKIYS) Ni<sub>3</sub>Al Metallerarası Bileşiği ile Kaplanması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ
7. Küçürarslan, A., (2015). AISI 1030 Çelik Yüzeyine GTA Kaynak Yöntemiyle Ni<sub>3</sub>Al İntermetalik Bileşiğinin Kaplanabilirliğinin Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
8. Ganesh Kumar, K., Sivarao, T., and Sahaya Anand, J., (2011). A Novel Intermetallic Nickel Aluminide (Ni<sub>3</sub>Al) as an Alternative Automotive Body Material, International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol:11 No:01, pp:208-215.
9. Akkaş, M., (2013). Östenitik Paslanmaz Çeliğin Bor Katkılı Ni<sub>3</sub>Al İle Kaplanabilirliğinin Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.



**Serkan Islak**

Kastamonu University, serkan@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

**Cihan Özorak**

Kastamonu University, ozorak@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A2PB>

## **Fe/Cu+TiC ESASLI HİBRİT KOMPOZİT KAPLAMALARIN ÜRETİMİ VE MİKROYAPI ÖZELLİKLERİ**

### **ÖZ**

Hibrit kompozit malzemeler, mükemmel özelliklerinden dolayı geleneksel malzemelerin yerine mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Fakat hibrit kompozit kaplamalarla ilgili literatürde çok az çalışma vardır. Bu çalışmada tungsten inert gaz (TIG) yüzey kaplama yöntemi kullanılarak AISI 304 çeliği yüzeyinde üretilen Fe/Cu+TiC esaslı hibrit kompozit kaplamaların mikroyapı ve sertliği üzerine Cu ve TiC'ün etkisi araştırılmıştır. TIG yönteminin kullanılmasının sebebi, ucuz ve etkili bir yöntem olmasıdır. Optik mikroskop, X-ışın difraktogramı (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM), kaplamaların mikroyapı ve faz bileşimini incelemek için kullanılmıştır. Bakır ve titanyum karbür varlığına bağlı olarak kaplamaların mikroyapı, faz bileşimi ve sertliklerinin değiştiği rapor edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hibrit kompozit Kaplamalar, Cu+TiC, AISI 304, TIG

## **SYNTHESIS AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF Fe/Cu+TiC BASED HYBRID COMPOSITE COATINGS**

### **ABSTRACT**

Hybrid composite materials are used in engineering application displacing conventional materials due to their excellent properties. But, there are very little studies available in literature that addresses the hybrid composite coatings. This work investigated the influences of Cu and TiC on the microstructure and microhardness of Fe/Cu+TiC based hybrid composite coatings produced on the AISI 304 steel using tungsten inert gas (TIG) surfacing process. The reason for selecting the TIG method is that TIG surfacing process is a cost-effective approach. Optical microscopy (OM), X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) were used to characterize phase compound and microstructure properties of coatings. It was reported that the hardness, microstructure and phases of coatings changed depending on the presence of copper and titanium carbide.

**Keywords:** Hybrid Composite Coatings, Cu+TiC, AISI 304, TIG

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Metal matrisli kompozitler (MMK), takviyesiz alaşımlarla kıyaslandığında, iyi bir aşınma direnci ve sertlikle birlikte, düşük termal genleşme katsayısına, oda sıcaklığında ve hatta yüksek sıcaklıkta oldukça yüksek mukavemet sergileyen malzemelerdir [1]. Metal matrisli kompozitlerde, demir esaslı ve bakır esaslı kompozitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Fe-Cu esaslı kompozitlerde, demir ve bakırın iyi özellikleri bir araya getirmek amaçlanmaktadır. Bir yandan yüksek plastiklik, yüksek tokluk ve yüksek sıcaklık direnci gösterirken, diğer bir yandan yüksek mukavemet, mükemmel elektrik ve termal iletkenlik ve aşınma direnci göstermektedir [2 ve 4]. Metal esaslı kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirmek için kompozitler içerisine SiC, TiC, WC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve AlN gibi sert seramik partiküllerin ilave edilmesi gerekmektedir. Bu partiküller arasında TiC, demir ile beraber iyi kimyasal uyumluluğa sahip olduğundan dolayı Fe-Cu esaslı kompozitlerin sertliğini, aşınma direncini arttırmaktadır. [4 ve 6] TiC çeşitli seramik partikülleri arasında arasında önemli bir yere sahiptir. TiC, diğer seramik partiküllerine göre çeliğin ergimsiyle yüksek kararlılık, iyi ıslatılabilirlik özelliğinin yanında yüksek sertlik, düşük yoğunluk, yüksek ergime sıcaklığı, iyi aşınma ve korozyon direnci gibi mükemmel özelliklere sahiptir [7 ve 8].

Son zamanlarda, tungsten inert gaz (TIG) kaplama yöntemi ile kompozit kaplamaların üretimi, araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu yöntemde alt tabaka ile kaplama tozu aynı anda ergir ve yoğun bir kaplama elde edilmesi için hızlıca katılaşır. Böylece kaplama katı alt tabakaya mükemmel bir metalurjik bağla bağlanmış olur [9 ve 14].

Bir malzemeden istenilen mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri daha iyi bir malzeme elde etmek için farklı toz bileşimleri ile TIG kaplama yöntemi kullanarak kompozit kaplamalar elde edildiği literatürde mevcuttur. Wang ve arkadaşları (2003) AISI 1050 çeliği yüzeyinde TIG kaplama yöntemi ile ürettikleri TiC ve WC seramik parçacık takviyeli Ni, Cr, Co, Mo, W, Ti ve Cu matrisli kompozit kaplamasının aşınma davranışlarını incelemiştirlerdir. Kaplama işlemi esnasında hızlı soğuma oranından dolayı martenzitin oluşması ve matrise sert parçacıkların dayanım kazandırması sebebiyle alt tabakaya oranla kaplama tabakasının aşınma özelliklerinde iyileşme tespit edilmiştir [15]. Lin ve arkadaşları (2005), TIG kaynak yöntemini kullanarak AISI 1050 çelik üzerine 9:1 oranında WC:Ti toz karışımını kaplamışlardır. Yapılan incelemeler sonucunda kaplama tabakası ile alt tabaka arasında kuvvetli bir metalurjik bağın oluştuğu ve sert fazlardan dolayı sertlik ve aşınma direncinde artma meydana geldiği tespit edilmiştir [16].

Bazı çalışmalarda takviye partikülleri, faz şeklinde elde edilmektedir. Xinhong ve arkadaşları (2006) FeCrBSi, FeTi ve grafit tozlarının karışımlarını kullanarak TiC fazını oluşturup TiC takviyeli metal matrisli kompozit kaplamaları üretmişlerdir [17]. Yine benzer bir çalışmada AISI 1020 çeliği üzerinde FeTi, FeV ve grafit tozlarının karışımı TIG kaynak prosesini kullanılarak alaşımlandırılmıştır. Ti ve V'nin karbona karşı bileşik oluşturma afinitesinden dolayı TiC ve VC karbürleri oluşmuştur. Bu sert fazlarda sertliğin artmasına ve aşınma direncinin iyileşmesine katkıda bulunmuştur [18].

Bu çalışmada, tungsten inert gaz yüzey kaplama yöntemi kullanılarak AISI 304 çeliği yüzeyinde Fe/Cu+TiC hibrit esaslı kaplamalar üretilmiştir. Üretilen kaplamaların mikroyapı ve sertlik özellikleri araştırılmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada tungsten inert gaz (TIG) yüzey kaplama yöntemi kullanılarak AISI 304 çeliği yüzeyinde üretilen Fe/Cu+TiC esaslı hibrit kompozit kaplamaların mikroyapı ve sertliği üzerine Cu ve TiC'ün etkisi araştırılmıştır. TIG yönteminin kullanılmasının sebebi, ucuz ve etkili bir yöntem olmasıdır. Optik mikroskop, X-ışın difraktogramı (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM), kaplamaların mikroyapı ve faz bileşimini incelemek için kullanılmıştır. Bakır ve titanyum karbür varlığına bağlı olarak kaplamaların mikroyapı, faz bileşimi ve sertliklerinin değiştiği rapor edilmiştir.

## 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL PROCESS)

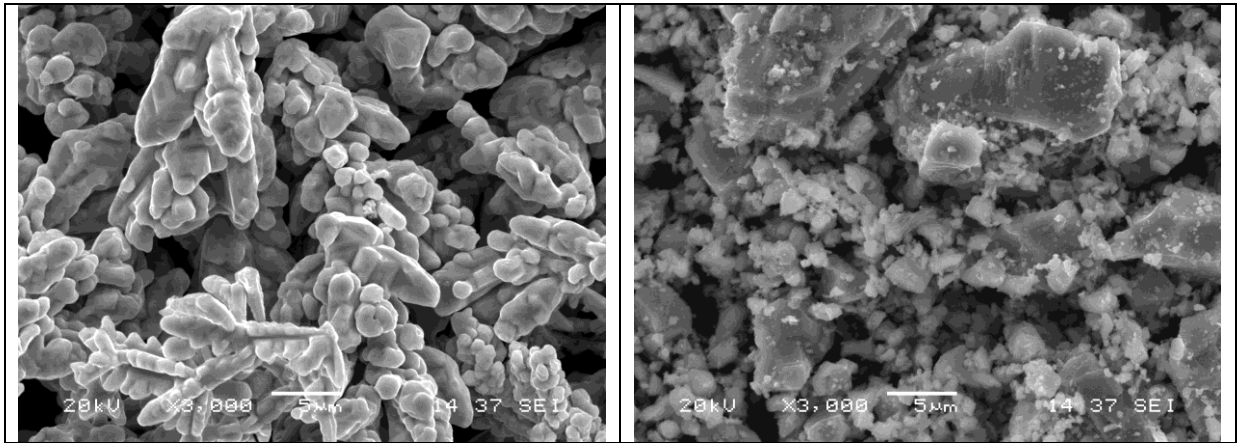
### 3.1. MALZEMELER (MATERIALS)

Yüzey kaplama işlemlerinde alt tabaka malzemesi olarak, 20 mm x 10 mm x 80 mm ölçülerindeki AISI 304 çeliği kullanılmıştır. Kaplama tozları olarak Cu ve TiC tozları kullanılmıştır. Kaplama tozlarının SEM fotoğrafları Şekil 1'de görülmektedir. TIG kaplama yöntemi öncesinde, alt malzemeleri yüzeyleri aseton ile temizlenerek kurutulmuştur. 8 mm genişlik ve 1,5 mm derinliğine sahip kanallar açılarak, kaplama tozlarının kanallara yerleştirilmesi sonrasında alkol ile karıştırılarak sıvanmıştır. Kaplama yönteminde kullanılan argon koruyucu gaz debisinden dolayı sıvanan yüzeyden tozların uzaklaşmaması için bir miktar bağlayıcıyla kaplama yüzeyinde tutulup 50 °C sıcaklıkta 30 dakika kurutulmuştur. Kaplama numune grupları ve üretim parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Kurutma işleminden sonra kaplama parametrelerine uygun olarak kaplama işlemi TIG yüzey kaplama yöntemi ile yapılmıştır (Şekil 2).

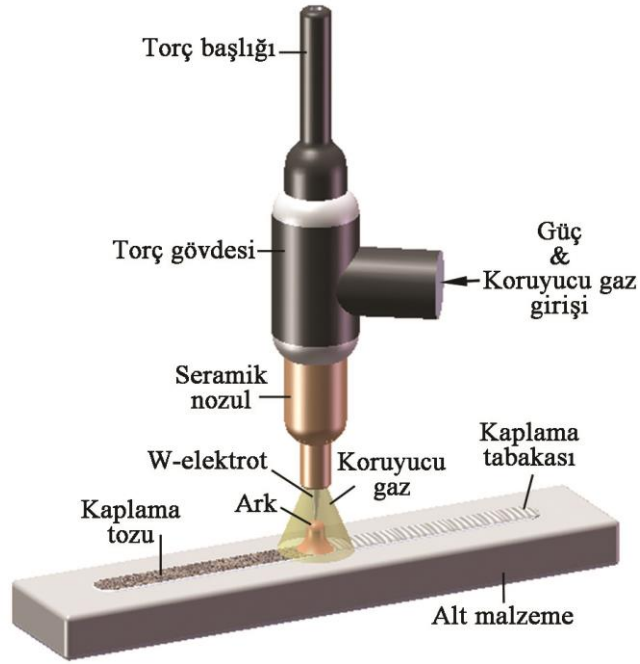
Tablo 1. Numune grupları  
(Table 1. Groups of samples)

Numune	Dizayn	Amper (A)	Üretim hızı (mm/s)	*Isı girdisi(kJ/cm)
N <sub>1</sub>	Cu	120	1	50
N <sub>2</sub>	Cu + %15 TiC			

\*Isı girdisi  $Q = \eta \cdot U \cdot I \cdot 60 / (v \cdot 1000)$  U:Volt, I:Akım, v:Üretim,  $\eta$ :Verimlilik katsayısı (TIG için  $\eta:0.65$ ) [19 ve 21]



Şekil 1. Tozların SEM fotoğrafları (a) Cu tozu ve (b) TiC tozu  
(Figure 1. SEM images of powders (a) Cu powder and (b) TiC powder)

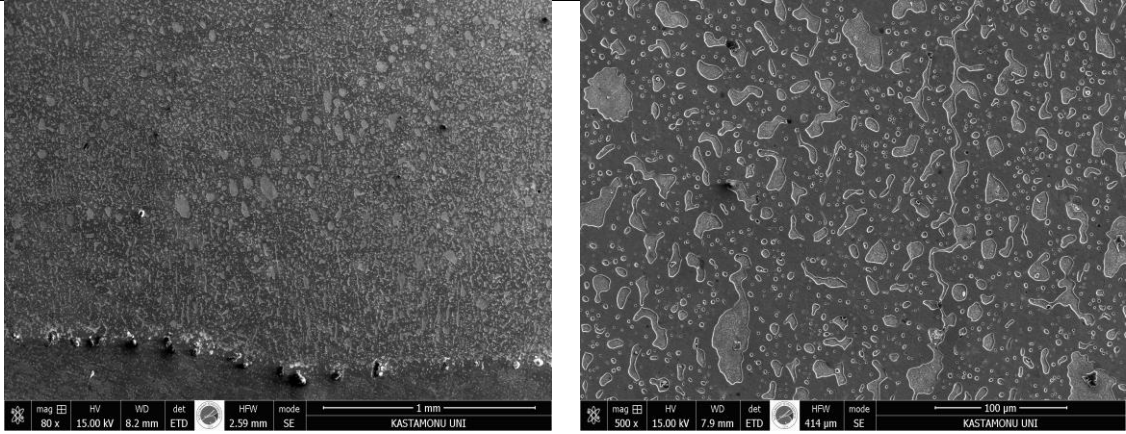


Şekil 2. TIG yüzey kaplama işleminin prensip şeması  
(Figure 2. Schematic diagram of TIG cladding system)

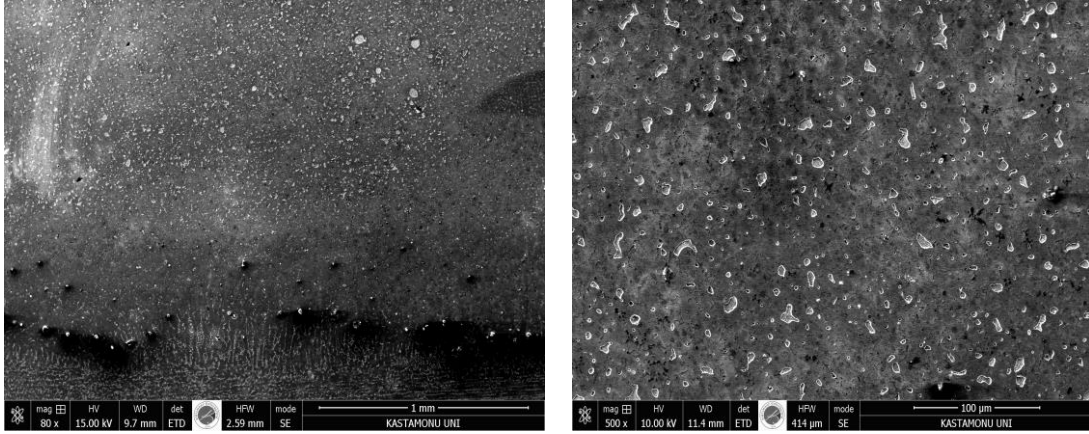
Mikroyapı incelemeleri için kaplama malzemesinin orta bölgesinden 10 mm x 10 mm x 10 mm ebatlarında numuneler çıkarılmıştır. Metalografik işlemlerden geçirilen kaplama malzemeleri, mikroyapı incelemeleri için dağılayıcı olarak 5 ml HNO<sub>3</sub> + 200 ml HCl + 65 g FeCl<sub>3</sub> çözeltisi kullanılarak dağlanmıştır. Mikroyapı incelemeleri için optik mikroskop (OM), taramalı elektron mikroskobu (SEM) (FEI QUANTA 250 FEG marka), faz analizleri için X-ışını difraksiyonu (XRD) (Rigaku Ultra IV XRD marka) ve X ışını enerji dağılım spektrometresinden (EDS) faydalanılmıştır. Sertlik ölçümü kaplamanın üst yüzeyinden alt malzemeye doğru bir hat boyunca 250 µm aralıklarla 10 sn bekleme süresinde ve 200 gr yük ile Future-Tech FM 700 marka mikrosertlik cihazıyla yapılmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

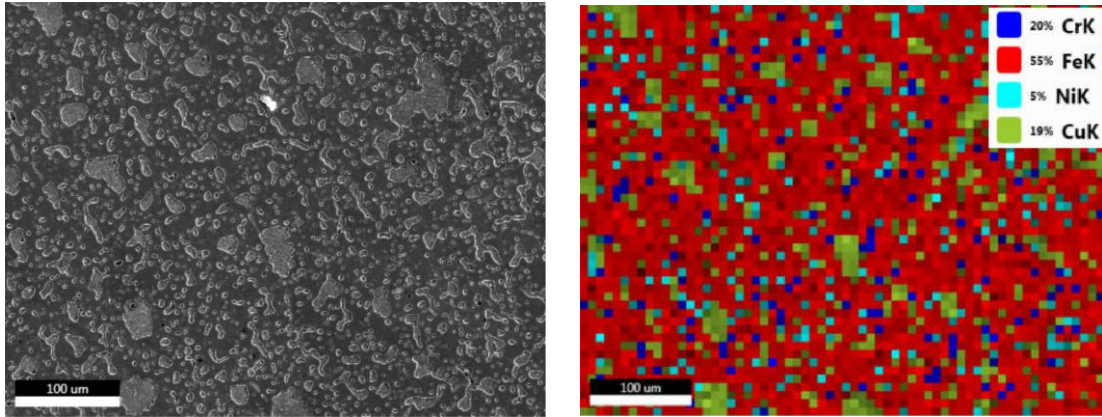
AISI 304 paslanmaz çelik yüzeyinde TIG yöntemi ile Fe/Cu (N<sub>1</sub>) ve Fe/Cu-TiC (N<sub>2</sub>) hibrit kompozit kaplamalar başarıyla üretilmiştir. Bu kaplamaların mikroyapıları Şekil 3 ve Şekil 4'deki SEM fotoğraflarında görülmektedir. Her iki kaplama grubunda kaplama kalınlığı yaklaşık 2 mm olarak optik mikroskop vasıtasıyla ölçülmüştür. Kaplama tabakasındaki yapı kısmen dendritiktir. Normal şartlarda TIG kaplamaları tamamen dendritik bir yapı sergilemektedir. Bu çalışmadaki kaplamalardaki yapının dendritiklikten uzak olması Fe ve Cu'nun farklı katılma oranlarına ve farklı ısıl iletim katsayılarına sahip olması ile açıklanabilir. Kaplama tabakasında bir matris içerisinde adacıklar şeklinde bir oluşum söz konusudur. Bakıra TiC ilave edildiği zaman kaplama tabakasında oluşan adacık şeklindeki yapıların boyutları azalmıştır. Bu sebebinin, TiC'ün matris ergiyip katılabilirken çekirdekleşmeyi kolaylaştırıcı etki göstermesi ve çok sayıda çekirdek oluşturması olduğu sanılmaktadır. Ayrıca her iki kaplama tabakasında çatlak veya gözenek oluşumu gözlenmemiştir.



Şekil 3. Fe/Cu kaplamasının SEM fotoğrafı  
(Figure 3. SEM image of Fe/Cu coating)



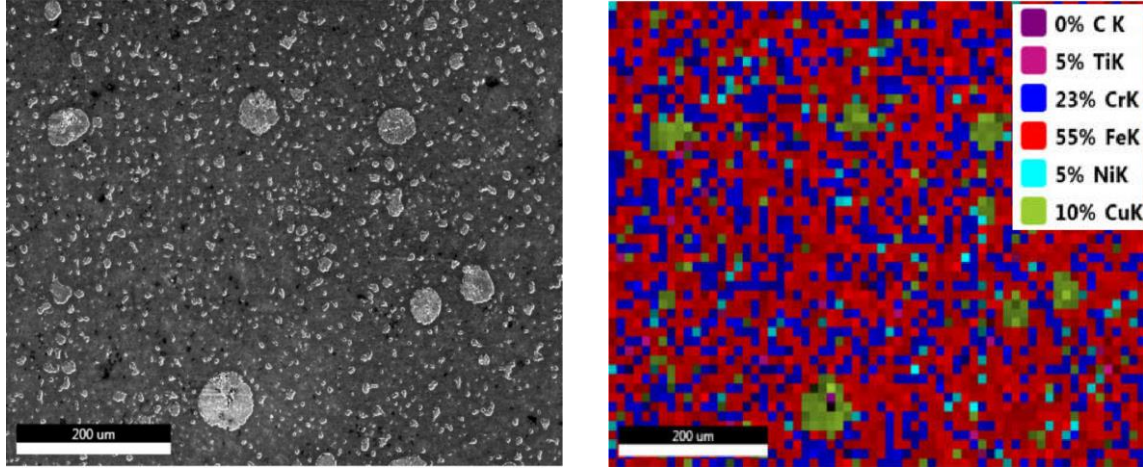
Şekil 4. Fe/Cu-%15 TiC kaplamasının SEM fotoğrafı  
(Figure 4. SEM image of Fe/Cu-%15 TiC coating)



Şekil 5. Fe/Cu kaplamasının MAP analizi  
(Figure 5. MAP analysis of Fe/Cu coating)

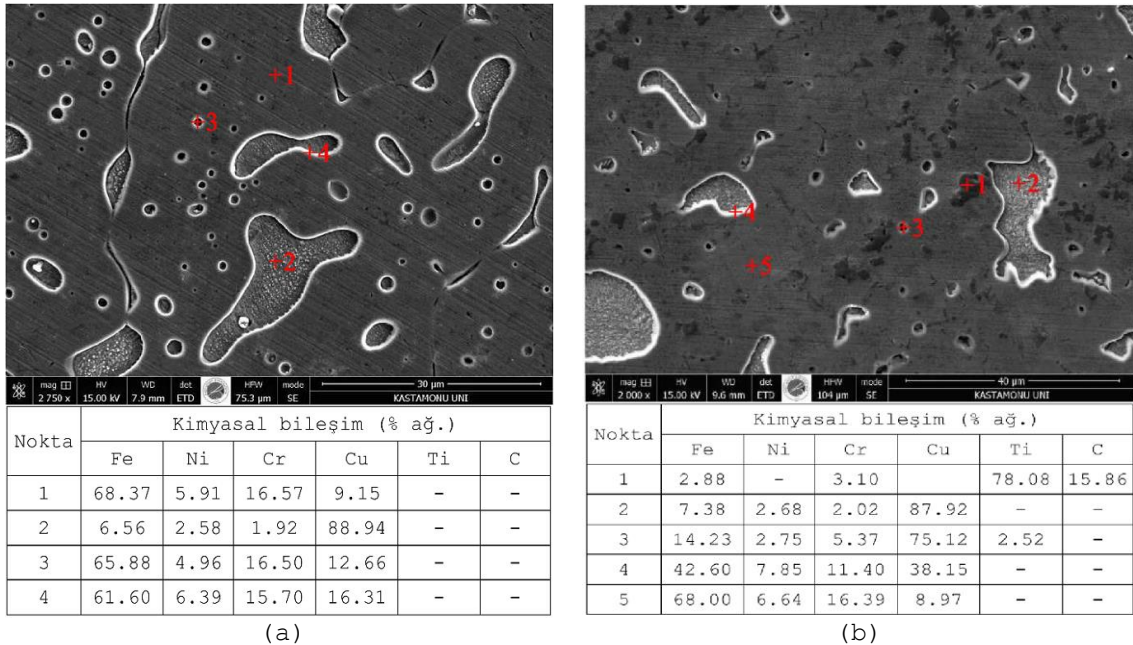
Şekil 5 ve Şekil 6'da Fe/Cu ve Fe/Cu-% 15 TiC kaplamalarının MAP analizleri görülmektedir. Kaplama tabakalarında matris element Fe'dir. Bunun içerisine alt malzemeden gelen Ni ve Cr ile dışarıdan ilave edilen Cu ve Ti homojen olarak dağılmıştır. TiC içerikli kaplama tabakasında Cu miktarının azaldığı açıkça görülmektedir. Alt malzemeden kaplama tabakasına difüz olan elementlerin miktarlarında çok fazla bir değişiklik olmamıştır. Kaplama tabakasında mevcut

elementlerin homojen dağıldığı her iki kaplamanın MAP analizinde görülmektedir. Bu, kaplamanın mekanik ve elektriksel özellikler açısından kararlı bir yapıya sahip olduğunu da göstermektedir.



Şekil 6. Fe/Cu-%15 TiC kaplamanın MAP analizi  
(Figure 6. MAP analysis of Fe/Cu-%15 TiC coating)

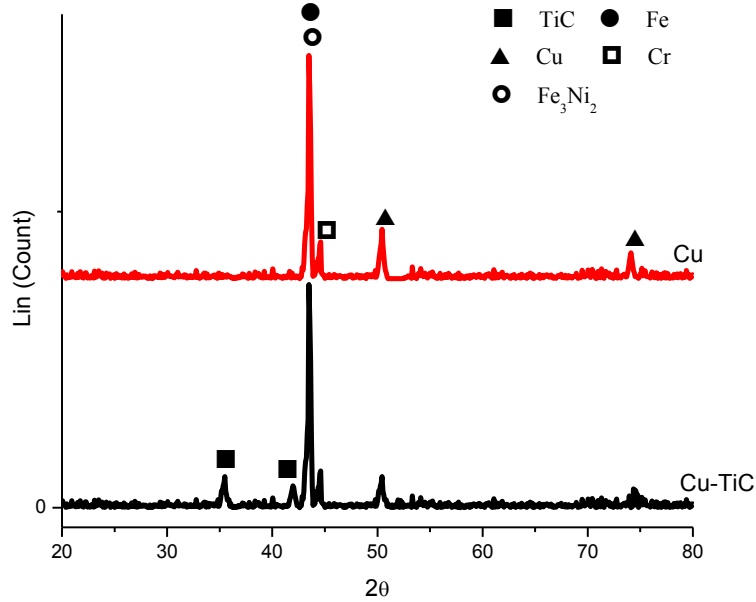
Fe/Cu ve Fe/Cu-% 15 TiC kaplamalarının EDS analizleri Şekil 7’de verilmiştir. Her iki kaplama tabakasında oksijen tespit edilememiştir. Bu kaplama tabakalarının oksitlenmeye karşı dirençli olduğunu gösterir. Kaplama tabakasında çözünmemiş halde TiC tanecikleri de mevcuttur. Çok az oranda TiC çözülmüştür ve Cu içerisinde belli oranda (ağ.%2.52) Ti çözülmüştür. Bu durum Cu-Ti denge diyagramında da açıktır [22]. Fe içerisinde Cu, Cu içerisinde de Fe’in çözüldüğü EDS analizlerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Kaplamaların EDS analizi; (a) Fe/Cu ve (b) Fe/Cu-%15 TiC  
(Figure 7. EDS analysis of coatings; (a) Fe/Cu and (b) Fe/Cu-%15 TiC)

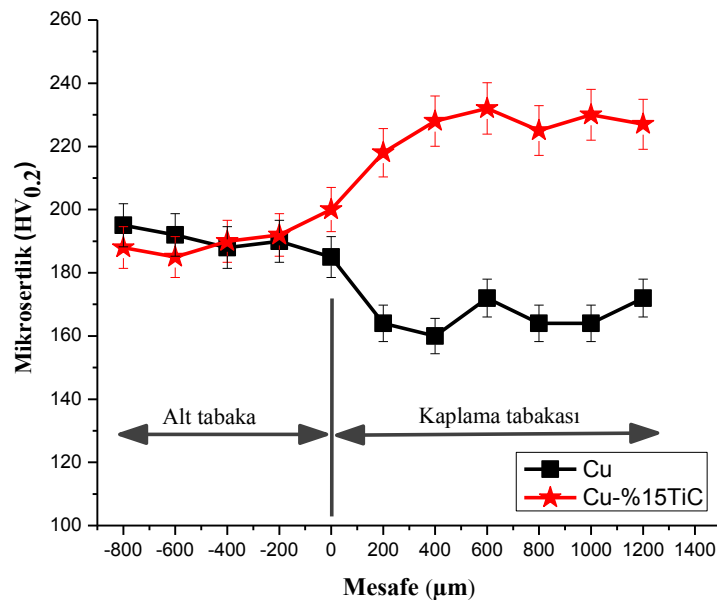
Şekil 8’de Fe/Cu ve Fe/Cu-% 15 TiC kaplamalarının XRD analizi görülmektedir. Kaplama tabakalarında genel olarak Fe, Ni, Cr, Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> ve

TiC fazları tespit edilmiştir. TiC olarak fazın tespit edilmesi EDS analizleri ile de destekli olarak fazla çözünmediğini de göstermektedir. XRD analizine göre oksit fazı yapıda oluşmamıştır. Bu yapıdaki Ni ve Cr elementleri sayesinde. C elementi bazı bölgelerde tespit edilememiştir. Bu durum C'un diğer elementler içerisinde çözülmüş olması ile açıklanabilir.



Şekil 8. Cu ve Cu-TiC kaplamalarının XRD analizi  
(Figure 8. XRD analysis of Cu ve Cu-TiC coatings)

Kaplamaların mikrosertlik değerleri Şekil 9'daki grafikte verilmiştir. Fe/Cu kaplama tabakasının sertliği ortalama 170 HV<sub>0.2</sub> iken; Fe/Cu-% 15 TiC kaplama tabakasının ise ortalama sertliği 230 HV<sub>0.2</sub>'dir. İlk kaplamanın sertliği, alt malzemenin sertliğinin (~190 HV<sub>0.2</sub>) altında iken, TiC içerikli kaplamanın sertliği ise alt tabakaninkinden yüksektir. TiC burada dağılım mukavemetlendirme etkisi göstermiştir. Bakırın ise diğerlerine göre sertliği çok düşüktür.



Şekil 9. Cu ve Cu-TiC kaplamalarının sertlik grafiği  
(Figure 9. Hardness graph of Cu ve Cu-TiC coatings)



## 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL RESULTS)

Bu çalışmada Fe/Cu/TiC kaplamaları TIG yöntemiyle AISI çeliği yüzeyinde üretilmeye çalışılmıştır. Üretilen kaplamaların mikroyapı, faz bileşimi ve sertlik özellikleri incelenmiştir. Kaplama tabakalarında gözenek ve çatlak oluşumu gözlenmemiştir. TiC ilavesi ile taneciklerin boyutları küçülmüştür. XRD analizine göre, kaplama tabakalarında genel olarak Fe, Ni, Cr, Fe<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub> ve TiC fazları tespit edilmiştir. TiC ilavesi ile kaplama tabakasının sertliği artmıştır.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Degischer, H.P., Prader, P., and Sanmarchi, C., (2001). Assessment of Metal matrix composites for Innovations-intermediate report of a European Thematic Network, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 32:1161-1166.
2. Warriar, K.G.K. and Rohatgi, P.K., (1986). Mechanical, Electrical and Electrical Contact Properties of Copper Titania Composites, J. Powder Metallurgy, , 29(1):65-69.
3. Zhou, X., Feng, K. Q., Wei, S., Zhang, R., Xiong, J., and Fan, H., (2012). Effect of pressure on combustion synthesis of TiC/Fe-Cu composites under the action of electric current, International Journal Refractory Metals and Hard Materials, 31:109-113.
4. Zhang, R., Feng, K., Meng, J., Zhang, G., and Wang, H., (2015). Combustion Synthesis of Fe-Cu-TiC Composites under Electric Field, Rare Metal Materials and Engineering, 44(7):1633-1638.
5. Warren R., (1980). Solid-liquid interfacial energies in binary and pseudo-binary systems, Journal of Materials Science, 15:2489-2496.
6. Razavi, M., Yaghmaee, M.S., Rahimipour, M.R., and Razavi-Tousi, S.S., (2010). The effect of production method on properties of Fe-TiC composite, International Journal of Mineral Processing, 94(3-4):97-100.
7. Song, M.S., Huang, B., Zhang, M.X., and Li, J.G., (2009). Study of formation behavior of TiC ceramic obtained by self-propagating high-temperature synthesis from Al-Ti-C elemental powders, International Journal Refractory Metals and Hard Materials, 27:584-589.
8. Liang, Y., Zhao, Q., Zhang, Z., Li, X., and Ren, L., (2014). Preparation and characterization of TiC particulate locally reinforced steel matrix composites from Cu-Ti-C system with various C particles, Journal of Asian Ceramic Societies, 2(3):281-288.
9. Lin, Y.C. and Wang, S.W., (2003). Wear behavior of ceramic powder cladding on an S50C steel surface, Tribology International 36:1-9.
10. Buytoz, S. and Ulutan, M., (2006). In situ synthesis of SiC reinforced MMC surface on AISI 304 stainless steel by TIG surface alloying, Surface and Coatings Technology, 200:3698-704.
11. Buytoz, S., (2006). Microstructural properties of SiC based hardfacing on low alloy steel, Surface and Coatings Technology 200:3734-3742.
12. Orłowicz, A.W. and Trytek, A., (2003). Effect of rapid solidification on sliding wear of iron castings, Wear, 254:154-163.
13. Trytek, A. and Orłowicz, A., (2006). The thermal efficiency and melting efficiency of the fusion process on cast iron with Cr, Archives of Foundry, 6:319-324.



14. Orlowicz, A. and Trytek, A., (2006). Surface melting of cast iron alloy with chromium, *Archives of Foundry*, 6:313-318.
15. Wang, W., Lin, Y.C., and Tsai, Y.Y., (2003). The effects of various ceramic-metal on wear performance of clad layer, *Journal of Materials Processing Technology*, 140:682-687.
16. Lin, Y.C., Wang, S.W., and Lin, Y.C., (2005). Analysis of microstructure and wear performance of WC-Ti clad layers on steel, produced by gas tungsten arc welding, *Surface and Coatings Technology* 200:2106-2113.
17. Xinhong, W., Zengda, Z., Sili, S., and Shiyao, Q., (2006). Microstructure and wear properties of in situ TiC/FeCrBSi composite coating prepared by gas tungsten arc welding, *Wear*, 260:705-710.
18. Xinhong, W., Lin, C., Min, Z., and Zengda, Z., (2009). Fabrication of multiple carbide particles reinforced Fe-based surface hardfacing layer produced by gas tungsten arc welding process, *Surface and Coatings Technology*, 203:976-980.
19. Buytoz, S., Yildırım, M.M., and Eren, H., (2005). Microstructural and microhardness characteristics of gas tungsten arc synthesized Fe-Cr-C coating on AISI 4340, *Materials Letters*, 59:607-614.
20. Buytoz, S., (2006). Microstructural properties of M7C3 eutectic carbides in a Fe-Cr-C alloy, *Materials Letters*, 60:605-608.
21. Nagarathnam, K. And Komvopoulos, K., (1995). Microstructural and microhardness characteristics of laser synthesized Fe-Cr-W-C Coatings, *Metallurgical and Materials Transactions A*, 26:2131-2139.
22. Alloy phase diagrams, *ASM metals handbook*, vol:3, ASM International, Metals Park, OH, USA (1992).



**Serkan Islak**

Kastamonu University, serkan@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

**Cihan Özorak**

Kastamonu University, ozorak@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A3PB>

## **TİG YÖNTEMİ KULLANILARAK Cr<sub>2</sub>AlC MAX FAZLI KAPLAMALARIN ÜRETİMİ**

### **ÖZ**

MAX fazları mükemmel özellik kombinasyonundan dolayı yeni ve yüksek ilgi duyulan malzemelerdir. Bu çalışmada, paslanmaz çelik yüzeyinde Cr<sub>2</sub>AlC MAX fazlı kaplamaların üretimi için ekonomik bir yöntem sunulmaktadır. Kaplama teknikleri arasında, tungsten inert gaz (TİG) yöntemi, kaplama yöntemi olarak kullanıldığı zaman ekonomik ve etkilidir. Cr<sub>2</sub>AlC MAX fazlı kaplamalar, mikroyapı, faz bileşimi ve sertlik açısından incelenmiştir. Üretilen kaplamaların mikroyapı ve faz bileşimi incelemesi, X-ışın difraktogramı (XRD), taramalı elektron mikroskopu (SEM), X ışını enerji dağılım spektrometresi (EDS) ve optik mikroskop (OM) ile yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** MAX fazı, Cr<sub>2</sub>AlC, Kaplama, TİG

## **PRODUCTION OF Cr<sub>2</sub>AlC MAX PHASE COATINGS USING TIG PROCESS**

### **ABSTRACT**

MAX phases are new and highly interesting materials due to their unique combination of materials properties. In this study a new and cost-effective method for producing the Cr<sub>2</sub>AlC MAX phase coatings on stainless steel was presented. Among the coating techniques, tungsten inert gas (TIG) surfacing process is a cost-effective approach applied when reactive materials (as coatings or substrates) are involved. Cr<sub>2</sub>AlC MAX phase coating was examined for microstructure, phase composition and hardness. Phase compound and microstructure of coating layers were examined using X-ray diffractometer (XRD), scanning electron microscope (SEM), X-ray energy dispersive spectrometer (EDS) and optical microscope (OM).

**Keywords:** MAX phase, Cr<sub>2</sub>AlC, Coating, TIG

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

$Cr_2AlC$ , MAX fazı olarak bilinen hem metalik hemde seramik özellik gösteren yeni nesil bir malzemedir. MAX malzemelerin genel formülü  $M_{n+1}AX_n$  şeklinde olup; burada  $n=1-3$ , M=geçiş metali, A=genellikle IIIA ve IVA grubu elementleri ve son olarak X ise karbon (C) veya azotu (N) temsil eder [1 ve 4]. Farklı yapılarından dolayı, mekanik, termal ve elektriksel özelliklerininin muhteşem kombinasyonuna sahiptirler [5 ve 7]. Yüksek termal iletkenlik, bu malzemeleri termal şoklara karşı dirençli hale getirir. Bu malzemelerin dayanımları da yüksek sıcaklıklarda kararlıdır [8].

Geleneksel seramiklerin aksine, MAX fazlı malzemeler toklardır. Bu yüzden hasar toleransına sahiptirler ve hatta kolaylıkla işlenebilirler. Dislokasyonlar, hegzagonal kafesin birincil kayma düzlemlerinde kolaylıkla kayabilmektedirler. Poli kristalli MAX fazlı malzemelerin plastik deformasyonu, lamelli tanelerin tabakalaşmasını içeren kink ve kesme bandı oluşumunun kombinasyonu ile vuku bulmaktadır [9].

$M_2AX$  grubundan olan  $Cr_2AlC$ , yüksek sıcaklık oksidasyonuna ve sıcak korozyona karşı oldukça dirençli olduğundan dolayı çok ilgi çekici bir malzemedir [10 ve 12]. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda,  $Cr_2AlC$  fazının kendi kendine çatlak iyileştirme özelliği gösterdiği rapor edilmiştir [13].

$Cr_2AlC$  fazlı malzemeler çoğunlukla bulk olarak üretilmiştir. Bulk hale getirmede üretim metodu olarak sıcak presleme, sıcak izostatik presleme ve spark plazma sinterleme kullanılmaktadır [14 ve 22]. Literatürde  $Cr_2AlC$  fazlı kaplamaların üretimine dair çok sınırlı çalışma mevcuttur. Bu yüzden bu çalışmada AISI 1030 çeliği yüzeyinde tungsten inert gaz (TIG) yöntemi ile  $Cr_2AlC$  kaplaması üretilmiştir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Kaplama teknikleri arasında, tungsten inert gaz (TIG) yöntemi, kaplama yöntemi olarak kullanıldığı zaman ekonomik ve etkilidir.  $Cr_2AlC$  MAX fazlı kaplamalar, mikroyapı, faz bileşimi ve sertlik açısından incelenmiştir. Üretilen kaplamaların mikroyapı ve faz bileşimi incelemesi, X-ışın difraktogramı (XRD), taramalı elektron mikroskopu (SEM), X ışını enerji dağılım spektrometresi (EDS) ve optik mikroskop (OM) ile yapılmıştır.

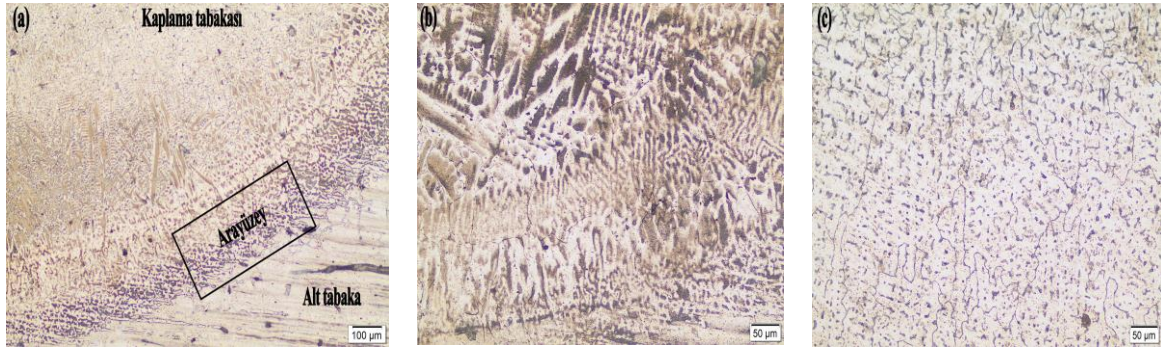
## 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL PROCESS)

Yüzey kaplama işlemlerinde alt tabaka malzemesi olarak, 20 mm x 10 mm x 80 mm ölçülerindeki AISI 1030 çeliği kullanılmıştır. Kaplama tozları olarak Cr, Al ve C tozları kullanılmıştır. Cr, Al, C tozları 2:1.1:1 oranlarında hazırlanıp üç eksenli toz karıştırma mikserinde (turbula) 30 dakika karıştırılmıştır. TIG kaplama yöntemi öncesinde, alt malzemeleri yüzeyleri aseton ile temizlenerek kurutulmuştur. 8 mm genişlik ve 1,5 mm derinliğine sahip kanallar açılarak, kaplama tozlarının kanallara yerleştirilmesi sonrasında alkol ile karıştırılarak sıvanmıştır. Kaplama yönteminde kullanılan argon koruyucu gaz debisinden dolayı sıvanan yüzeyden tozların uzaklaşmaması için bir miktar bağlayıcıyla kaplama yüzeyinde tutulup 50°C sıcaklıkta 30 dakika kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra kaplama parametrelerine uygun olarak kaplama işlemi TIG yüzey kaplama yöntemi ile yapılmıştır. Kaplama işleminde 150 A akım şiddeti, 12 L/dak. argon gazı akış debisi, 2.4 mm çaplı tungsten elektrot ve 1 mm/sn üretim hızı kullanılmıştır. Mikroyapı incelemeleri için kaplama malzemesinin orta bölgesinden 10 mm x 10 mm x 10 mm ebatlarında numuneler çıkarılmıştır. Metalografik işlemlerden geçirilen kaplama malzemeleri, mikroyapı incelemeleri için bağlayıcı olarak HF:HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O (1:1:8)

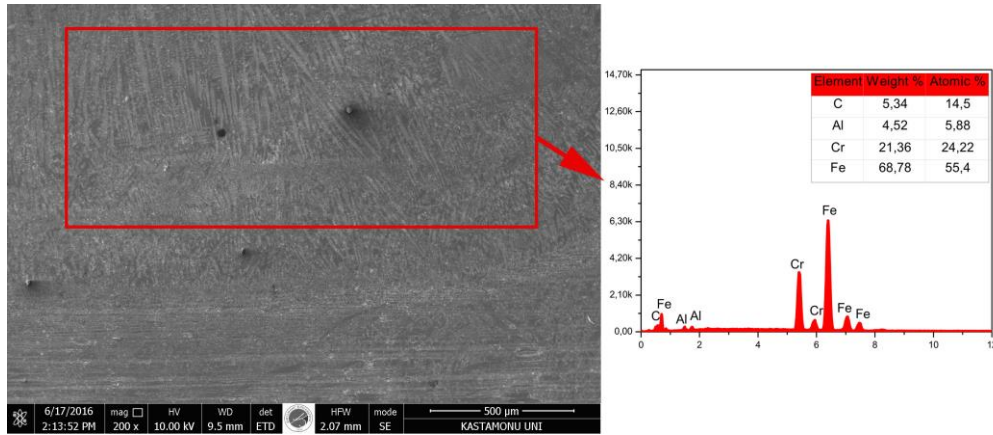
çözeltisi kullanılarak dağlanmıştır. Mikroyapı incelemeleri için optik mikroskop (OM) taramalı elektron mikroskobu (SEM) (FEI QUANTA 250 FEG marka), faz analizleri için X-ışını difraksiyonu (XRD) (Rigaku Ultra IV XRD marka) ve X ışını enerji dağılım spektrometresinden (EDS) faydalanılmıştır. Sertlik ölçümü kaplamanın üst yüzeyinden alt malzemeye doğru bir hat boyunca 250  $\mu\text{m}$  aralıklarla 10 sn bekleme süresinde ve 200 gr yük ile SHIMADZU marka mikrosertlik cihazıyla yapılmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

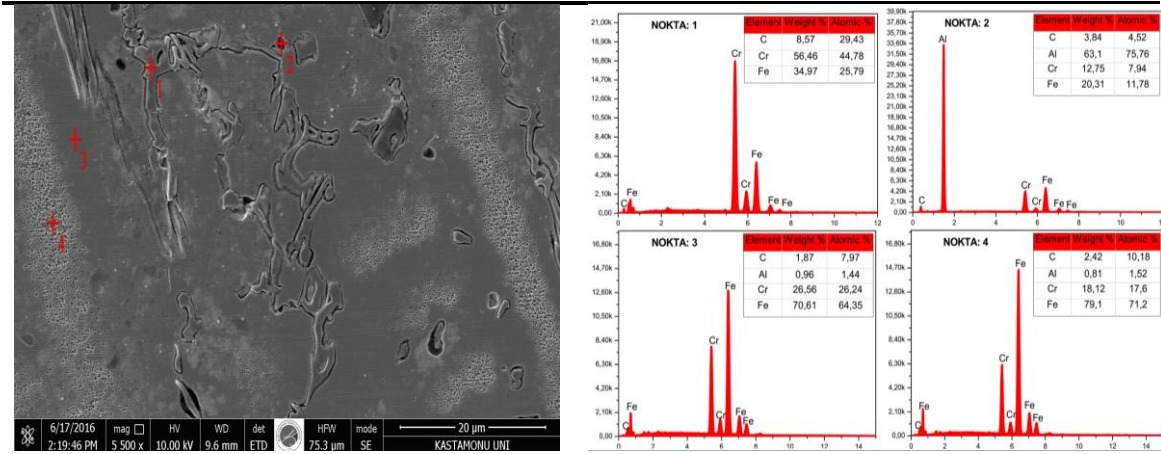
TIG yöntemiyle AISI 1030 çeliği yüzeyinde üretilen  $\text{Cr}_2\text{AlC}$  kaplamasının optik fotoğrafları Şekil 1'de görülmektedir. Kaplama genel olarak kaplama tabakası, ara yüzey ve alt malzeme olmak üzere üç kısma ayrılmaktadır. Kaplama tabakası ile alt malzeme arayüzeyi adı verilen bir bağlanma bölgesi ile metalurjik olarak bağlanmıştır. Kaplamalarda arayüzeyden başlayarak ergiyik havuzunun merkezine doğru ısı akışına zıt yönde gözenekli (hücreli) ve dendritik katılaşma gözlenmiştir. Diğer yandan, arayüzeyde dendritik katılaşmanın aksine planar katılaşmaya rastlanmıştır. Bunun sebebi; arayüzeyde sıcaklık gradyantının ( $\Delta T$ ) yüksek ve katılaşma hızının ( $V$ ) da düşük olması, dolayısıyla  $\Delta T/V$  oranının yüksek olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca bu oranın düşük olduğu durumlarda da dendritik katılaşma gözlenmektedir [23].



Şekil 1. (a) Kaplamanın genel görünümü, (b) arayüzey ve (c) kaplama (Figure 1. (a) Overview of the coating, (b) interface ve (c) the coating)



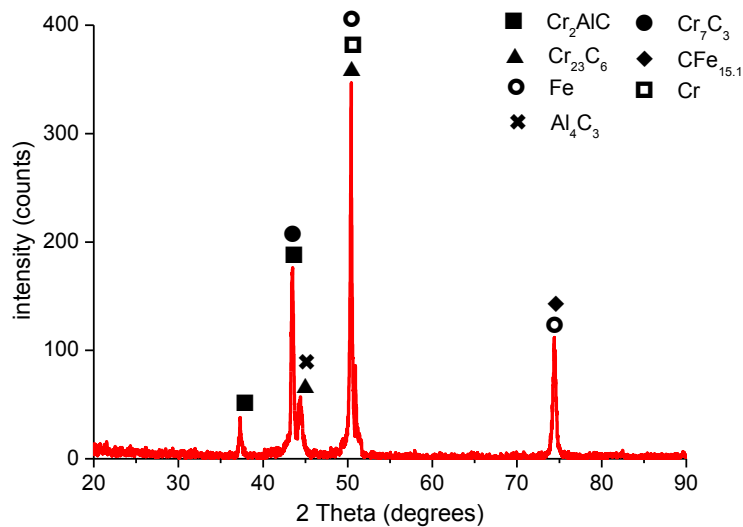
Şekil 2. Kaplama bölgesi ve genel EDS verileri (Figure 2. Coating zone and general EDS datas)



Şekil 3. Kaplama bölgesinin detaylı EDS analizi  
(Figure 3. Detailed EDS analysis of coating zone)

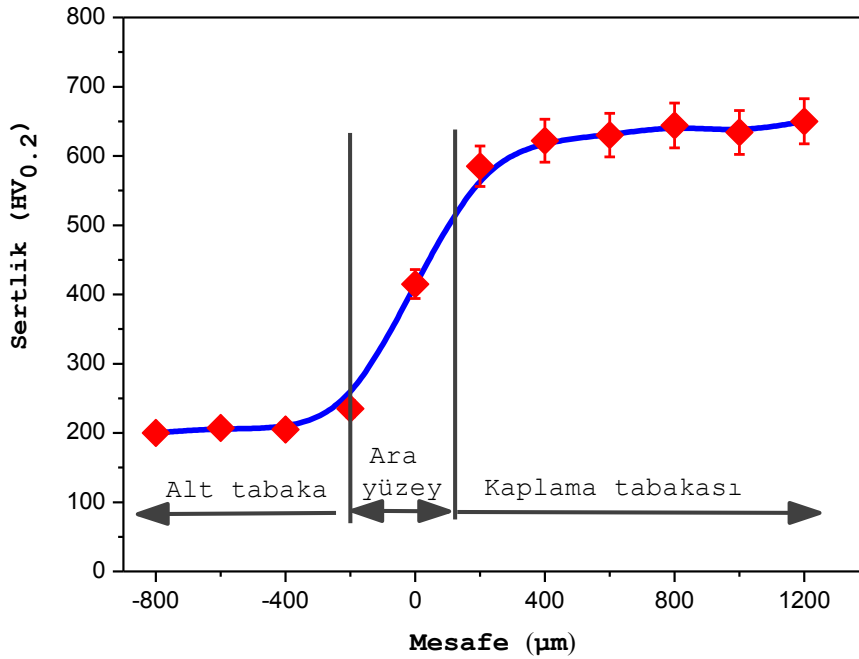
$Cr_2AlC$  MAX kaplamasının genel ve detaylı EDS analizi Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 2'deki kaplama tabakasının genel EDS analizi ağırlıklıca %5.34 C, %4.52 Al, %21.36 Cr ve %68.78 Fe şeklindedir. Burada temel element Fe olup; diğer elementlerin birbirleriyle veya Fe ile yaptıkları fazların takviye olarak yer aldığı düşünülmektedir. Şekil 3'deki detaylı EDS analizinde de farklı noktalar için, farklı bileşimlerin olduğu görülmektedir. 1 nolu noktanın muhtemel olarak demir karbür ve krom karbürlerden oluşabileceği tahmin edilmektedir. 2 nolu noktada karbür oluşumu söz konusudur. 3 ve 4 nolu noktalar ise dendritleri temsil etmektedir.

Şekil 4'de  $Cr_2AlC$  MAX kaplamasının XRD grafiği görülmektedir. Kaplama tabakasında yedi farklı faz tespit edilmiştir. Bunlar, Fe, Cr,  $Cr_2AlC$ ,  $Al_4C_3$ ,  $Cr_{23}C_6$ ,  $Cr_7C_3$ ,  $CFe_{15.1}$ 'dir. Temel faz Fe fazı olup, diğer fazların pik şiddetleri düşüktür.  $Cr_2AlC$  fazı  $2\theta=42.54$  açısında,  $Al_4C_3$  fazı ise  $2\theta=43.58$  açısında ve diğer fazlar tespit edilmiştir. Bu durum literatürle de uyumludur [22]. XRD analizinde oksit fazının olmayışı kaplama tabakasında oksitlenmediğini göstermektedir.



Şekil 4. XRD analizi  
(Figure 4. XRD analysis)

Cr<sub>2</sub>AlC MAX kaplamasının mikrosertlik grafiği Şekil 5'de verilmiştir. AISI 1030 çeliğinin yüzeyinde elde edilen Cr<sub>2</sub>AlC MAX esaslı kaplama numunesinin mikrosertlik değeri, kaplama yüzeyinin 0.5 mm altındaki bölge ile alt tabaka arasında bir hat boyunca ölçülmüştür. Kaplama tabakasının sertlik aralığı 400 ile 650 HV<sub>0.2</sub> şeklindedir. Bunun sebebi, yapıda oluşan karbür ve MAX fazının varlığıdır. Kaplama bölgesi ile alt tabaka arasındaki sertlik değişiminde, kaplama bölgesinin sertliği maksimum değerde iken arayüze doğru az miktarda azalırken arayüzde ani bir şekilde düşmektedir. Bu durum Fe içeriğinin kaplama bölgesinde daha az, arayüz bölgesinde ise daha fazla olmasıyla, ayrıca kaplama bölgesinde sert fazların yoğunluğunun fazla, arayüze doğru bu yoğunluğun azalması ve tanelerin kaplama bölgesinde küçük, arayüze doğru ise büyük boyutta olması ile açıklanabilir [24 ve 26].



Şekil 5. Kaplamanın sertlik grafiği  
(Figure 5. Hardness graph of coating)

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL RESULTS)

Bu çalışmada AISI 1030 çeliği yüzeyinde TIG kaplama yöntemi ile Cr<sub>2</sub>AlC MAX esaslı kaplama üretilmeye çalışılmıştır. Üretilen kaplamanın mikroyapısı, faz bileşimi ve mikrosertliği incelenmiş olup; şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Optik ve SEM fotoğrafları kaplama tabakasının dendritik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.
- EDS analizlerine göre alt malzemeden kaplama tabakasına Fe geçişi olmuş ve Al, Cr ve C kısmen de olsa kaplama işlemi esnasında uçmuştur. Fakat MAX fazının tespit edilmesi, üç elementin yapıda asgari miktarda da olsa kaldığını göstermiştir.
- XRD analiz sonuçlarına göre kaplama tabakası Fe, Cr, Cr<sub>2</sub>AlC, Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>, Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>, Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>, CFe<sub>15.1</sub> fazlarından oluşmaktadır.
- Kaplama tabakasının sertliği kaydadeğer bir miktarda artmış olup, alt tabaka ile kıyaslandığında bu değer 3 katlık bir değerdir.



---

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Lin, Z.J., Zhou, Y.C., and Li, M.S., (2007). Synthesis, microstructure, and property of Cr<sub>2</sub>AlC, *J Mater Sci Technol.*, 23:721-46.
2. Song, J.H., Mei, B.C., and Wang, J.P., (2010). In-situ hot pressing synthesis and corrosion properties of high pure Cr<sub>2</sub>AlC, *J Inorg Mater.*, 25:419-23.
3. Tian, W.B., Wang, P.L., Zhang, G.J., Kan, Y.M., Li, Y.X., and Yan, D.S., (2007). Effect of composition and processing on phase assembly and mechanical property of Cr<sub>2</sub>AlC ceramics, *Mater Sci Eng, A-Struct.*, 454:132-8.
4. Barsoum, M.W., (2000). The MN+1AX<sub>n</sub> phases: a new class of solids; thermodynamically stable nanolaminates, *Prog Solid State Chem.*, 28:201-81.
5. Barsoum, M.W. and Radovic, M., (2011). Elastic and mechanical properties of the MAX phases, *Ann Rev Mater Res.*, 41:195-227.
6. Sun, Z.M., (2011). Progress in research and development on MAX phases: a family of layered ternary compounds, *Int Mater Rev.*, 56:143-66.
7. Jovic, V.D., Jovic, B.M., Gupta, S., El-Raghy, T., and Barsoum, M.W., (2006). Corrosion behavior of select MAX phases in NaOH, HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, *Corros Sci.*, 48:4274-82.
8. El-Raghy, T., Barsoum, M.W., Zavaliangos, A., and Kalidindi, S.R., (1999). Processing and mechanical properties of Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub>: II, Effect of grain size and deformation temperature, *J Am Ceram Soc.*, 82:2855-60.
9. Barsoum, M.W., Zhen, T., Kalidindi, S.R., Radovic, M., and Murugaiyah, A., (2003). Fully reversible, dislocation-based compressive deformation of Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> to 1 GPa, *Nat Mater.*, 2:107-11.
10. Lin, Z.J., Zhuo, M.J., Zhou, Y.C., Li, M.S., and Wang, J.Y., (2006). Atomic scale characterization of layered ternary Cr<sub>2</sub>AlC ceramic, *J Appl Phys.*, 99: 076109.
11. Schneider, J.M., Sun, Z.M., Mertens, R., Uestel, F., and Ahuja, R., (2004). Ab initio calculations and experimental determination of the structure of Cr<sub>2</sub>AlC, *Solid State Commun.*, 130:445-9.
12. Lin, Z.J., Li, M.S., Wang, J.Y., and Zhou, Y.C., (2007). High-temperature oxidation and hot corrosion of Cr<sub>2</sub>AlC. *Acta Mater.*, 55:6182-91.
13. Li, S.B., Xiao, L.O., Song, G.M., Wu, X.M., Sloof, W.G., and Van der Zwaag, S., (2013). Oxidation and crack healing behavior of a fine-grained Cr<sub>2</sub>AlC ceramic, *J Am Ceram Soc.*, 96:892-9.
14. Yeh, C.L. and Kuo, C.W., (2011). Effects of Al and Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> contents on combustion synthesis of Cr<sub>2</sub>AlC from Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> powder compacts, *J Alloys Compd.*, 509:651-5.
15. Tian, W.B., Wang, P.L., Zhang, G.J., Kan, Y.M., and Li, Y.X., (2007). Fabrication and properties of Cr<sub>2</sub>AlC ceramics, *J Inorg Mater.*, 22:189-92.
16. Lin, Z.J., Zhou, Y.C., Li, M.S., and Wang, J.Y., (2005). In-situ hot pressing/solid-liquid reaction synthesis of bulk Cr<sub>2</sub>AlC, *Z Metallk.*, 96:291-6.
17. Tian, W.B., Sun, Z.M., Du, Y.L., and Hashimoto, H., (2009). Mechanical properties of pulse discharge sintered Cr<sub>2</sub>AlC at 25-1000 °C, *Mater Lett* 63:670-2.
18. Tian, W.B., Vanmeensel, K., Wang, P.L., Zhang, G.J., Li, Y.X., Vleugels, J., and Van der Biest, O., (2007). Synthesis and





- 
- characterization of Cr<sub>2</sub>AlC ceramics prepared by spark plasma sintering, *Mater Lett.*, 61:4442-5.
19. Ying, G.B., He, X.D., Li, M.W., Han, W.B., He, F., and Du, S.Y., (2011). Synthesis and mechanical properties of high-purity Cr<sub>2</sub>AlC ceramic, *Mater Sci Eng, A-Struct.*, 528:2635-40.
  20. Han, J.H., Park, S.W., and Kim, Y.D., (2007). Synthesis and mechanical properties of nano laminating Cr<sub>2</sub>AlC using Cr<sub>x</sub>/Al powder mixtures, In: *Progress in powder metallurgy, Pts 1 and 2. Stafa, Zurich: Trans Tech Publications Ltd.*; 1085-8.
  21. Xiao, L.O., Li, S.B., Song, G.M., and Sloof, W.G., (2011). Synthesis and thermal stability of Cr<sub>2</sub>AlC, *J Eur Ceram Soc.*, 31:1497-502.
  22. Tian, W.B., Sun, Z.M., Du, Y.L., and Hashimoto, H., (2008). Synthesis reactions of Cr<sub>2</sub>AlC from Cr-Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>-C by pulse discharge sintering, *Mater Lett.*, 62:3852-5.
  23. Chao, M.J., Niu, X., Yuan, B., Liang, E.J., and Wang, D.S., (2006). Preparation and characterization of in situ synthesized B<sub>4</sub>C particulate reinforced nickel composite coatings by laser cladding, *Surface and Coatings Technology*, 201:1102-1108.
  24. Jian, L.N. and Wang, H.M., (2005). Microstructure and wear behaviours of laser-clad Cr<sub>13</sub>Ni<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>-based metal silicide coatings on a titanium alloy, *Surface&Coating Technology*, 192: 305-310.
  25. Yang, S., Liu, W., Zhong, M., and Wang, Z., (2004). TiC reinforced composite coating produced by powder feeding laser cladding, *Materials Letters*, 58:1-5.
  26. Li, Q., Song, G.M., Zhang, Y.Z., Lei, T.C., and Chen, W.Z., (2003). Microstructure and dry sliding wear behavior of laser clad Ni-based alloy coating with the addition of SiC, *Wear*, 254:222-229.



**Serkan Islak**

Kastamonu University, serkan@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

**Cihan Özorak**

Kastamonu University, ozorak@kastamonu.edu.tr, Kastamonu-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A4PB>

## MICROSTRUCTURE SYNTHESIS OF HVOF SPRAYED NiCr COATING

### ABSTRACT

In this study, NiCr coating was produced on the surface of medium carbon steel using high velocity oxygen fuel (HVOF) thermal spraying technique. X-ray diffraction (XRD), optical microscope (OM) and scanning electron microscopy (SEM) were used to characterize the microstructure and phase compound of coating. The surface hardness of substrate and coating were determined using a Vickers hardness tester. The XRD results showed that the coating was mainly composed of Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phases. It was reported that about 2 times increase was determined in the hardness values of the coating compared to the substrate.

**Keywords:** NiCr, HVOF, Mikroyapı, Mikrosertlik

### HVOF İLE ÜRETİLEN NiCr KAPLAMASININ MİKROYAPI ÖZELLİKLERİ

#### ÖZ

Bu çalışmada, NiCr kaplaması orta karbonlu çelik yüzeyinde Yüksek Hızlı Oksi Yakıt (HVOF) ısıl püskürtme yöntemi ile üretilmiştir. Üretilen kaplamaların mikroyapı ve faz bileşimi incelemesi, X-ışın difraktogramı (XRD), optik mikroskop (OM), taramalı elektron mikroskobu (SEM), X ışını enerji dağılım spektrometresi (EDS) ile yapılmıştır. Kaplamaların sertlikleri vickers olarak ölçülmüştür. XRD sonuçları kaplama tabakasının Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fazlarından oluştuğunu göstermiştir. Kaplama tabakasının sertliği alt tabakaya göre 2 katlık bir artış sergilemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** NiCr, HVOF, Microstructure, Microhardness



## 1. INTRODUCTION

Thermal spray is a group of processes that uses a concentrated heat source to melt feedstock materials while imparting kinetic energy, using process jets to propel the molten particulates toward a prepared surface. These processes are grouped into several major categories: flame spray, HVOF, detonation gun, wire arc spray, air plasma spray, vacuum plasma spray and radiofrequency plasma spray. Feedstock materials are in powder, wire, or rod form [1].

High-velocity oxygen fuel (HVOF) is a coating deposition process whereby a powder coating material is heated rapidly in a hot gaseous medium. Simultaneously the powder material is then projected at a high particle velocity onto a prepared substrate surface where it builds up to produce the desired coating [2 ve 4]. High-velocity oxygen fuel (HVOF) sprayed coatings have been used widely throughout the years of the last decade mainly in industrial applications, aerospace, and power plants, because the coatings express low porosity and oxide content, high hardness and high adhesion [5 ve 8]. The main advantage of HVOF spraying process compared to other thermal spray techniques is the ability to accelerate the melted powder particles of the feedstock material at a relatively large velocity [9 ve 10].

In this study, microstructure properties of NiCr coating produced on medium carbon steel using HVOF were investigated. The microstructures and phase composition of coating were identified by X-ray diffraction (XRD), optical microscope (OM), scanning electron microscopy (SEM). The microhardness of the coating and the substrate was tested by the Microhardness device.

## 2. RESEARCH SIGNIFICANCE

NiCr coating was produced on the surface of medium carbon steel using high velocity oxygen fuel (HVOF) thermal spraying technique. X-ray diffraction (XRD), optical microscope (OM) and scanning electron microscopy (SEM) were used to characterize the microstructure and phase compound of coating. The surface hardness of substrate and coating were determined using a Vickers hardness tester. The XRD results showed that the coating was mainly composed of Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phases. It was reported that about 2 times increase was determined in the hardness values of the coating compared to the substrate.

## 3. EXPERIMENTAL PROCESS

In this study, high-velocity oxygen fuel (HVOF) spraying method was used in the production of NiCr based coatings on the surface of AISI 1040 steel. The composition of the NiCr powder was 80 wt.% Ni and 20 wt.% Cr. After cleaning the substrate, used in Ø20x100 mm sizes, in an acetone solution, it was exposed to sandblasting process with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sand having a particle size between 24-35 mesh in order for the coating layer to have a better bonding. Coatings were obtained in the TAFA JP-5000 spraying system which is designed to burn the kerosene, produced by distilling from oxygen and petroleum (Fig. 1). During the spraying process; the kerosene and oxygen pressures were fixed at 7.5 bar and 9.8 bar, respectively. The flow rate of the oxygen was adjusted to 770 l/min and the flow rate of kerosene was adjusted to 0.42 l/min. As the carrier gas; nitrogen gas with 3.4 bar pressure and 9.5 l/min. flow rate was used. Spraying distance throughout the coating was selected as 320 mm and powder feed quantity was selected as 80 gr/min.

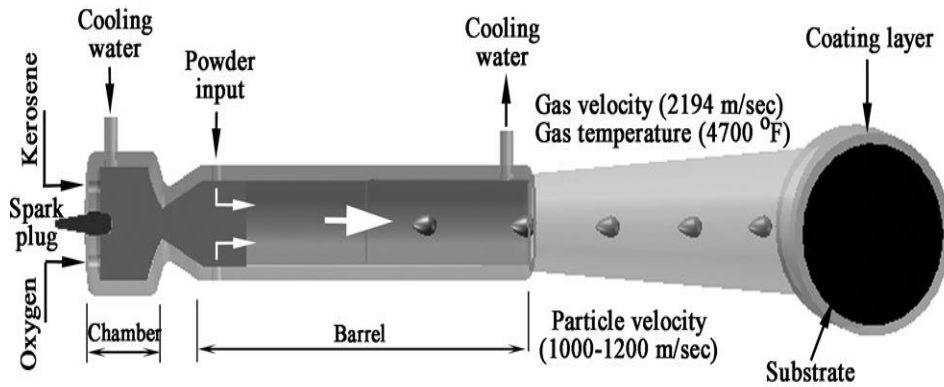


Figure 1. Schematic diagram of the HVOF coating process

Phases of samples was identified by means of X-ray diffraction using Bruker D8 Advance model diffractometer with Cu-K $\alpha$  radiation ( $\lambda=1.5418 \text{ \AA}$ ). The scan ranges from  $20^\circ$  to  $90^\circ$ , with a step size of  $0.2^\circ 2\theta$ , and counting time of 0.5 s was applied at each step. The morphologies of coatings were evaluated by SEM (Carl Zeiss Ultra Plus Gemini FESEM, Australia) and optical microscope. Chemical composition of coatings was done by means of energy dispersive spectrometry (EDS) in the SEM. Vickers microhardness measurements have been made on the sample surfaces at room temperature using a digital microhardness tester (SHIMADZU). The load was applied for 15 s and at 100 gf.

#### 4. FINDINGS AND DISCUSSIONS

Optical image of NiCr coatings produced using HVOF are given in Fig. 2. According to image, total coating thickness varies between 100 and 150  $\mu\text{m}$ . It was understood that the coating layer had a laminar structure. This was caused by re-solidification of molten or semi-molten coating powders [11]. Image shows that the coating is very dense and has a good contact with the substrate. This indicates that the coating does have a tight adherence to the substrate. This indicates that the higher velocity of HVOF thermal spraying. Generally, porosity amount is very low in the coating produced by HVOF. This is because the high impact velocity of the coating particles causes high density and high cohesive strength of individual splats [12].

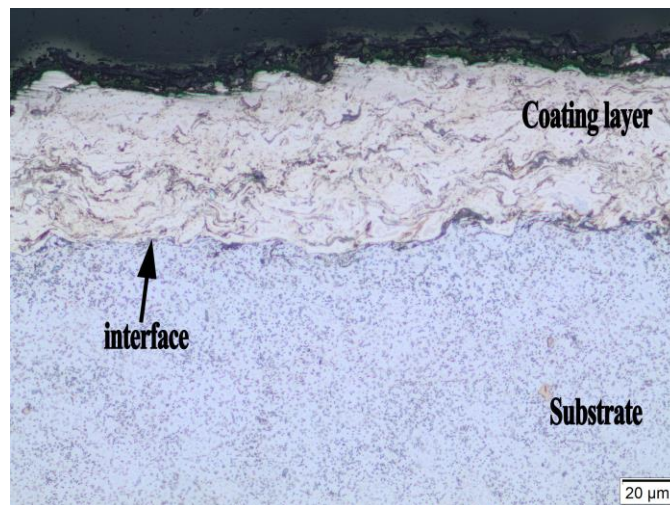


Figure 2. SEM image of NiCr coating

It is very important to obtain other homogeneous components in the coating matrix in order to enhance mechanical properties of materials. Fig. 3 shows images of SEM-MAP analysis of NiCr coating. The SEM image illustrates fairly homogeneous distribution of Cr in Ni. EDS image shows the main spectrums of Ni, Cr and O. The level of Ni was considerably higher compared to other elements. The presence of oxygen showed that the coating-substrate interface oxidized.

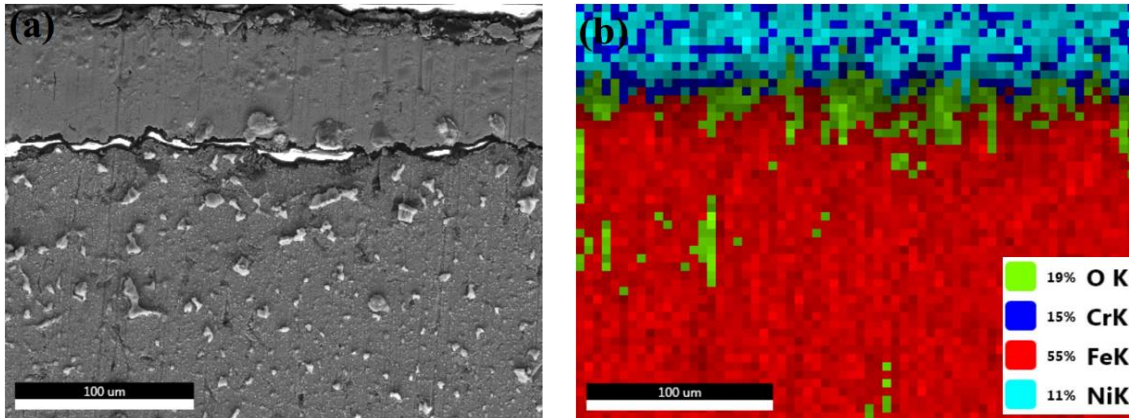


Figure 3. SEM-MAP analysis of NiCr coating

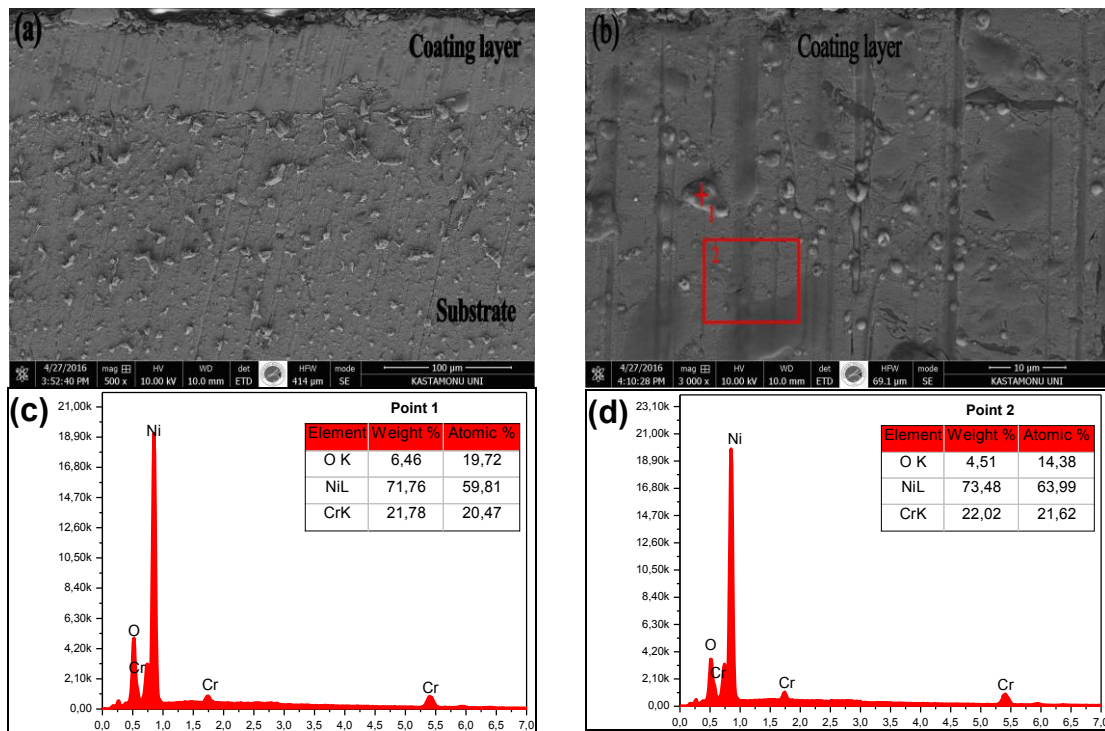


Figure 4. EDS analysis of NiCr coating

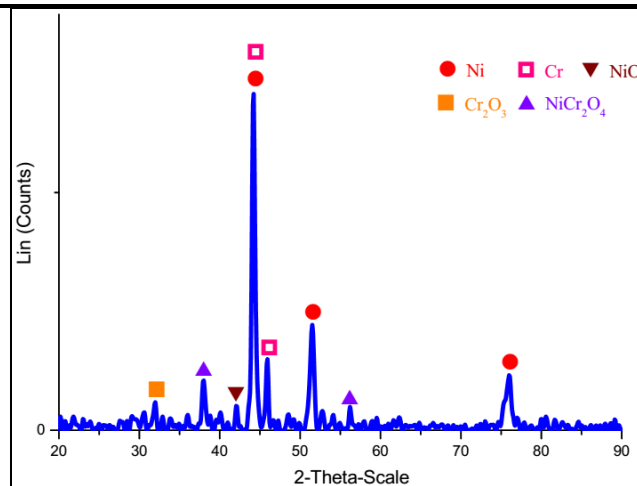


Figure 5. X-ray diffraction pattern of NiCr coating

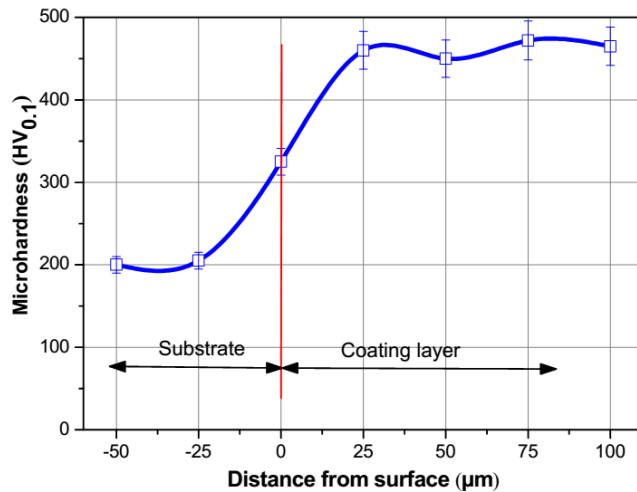


Figure 6. Microhardness of NiCr coating

Figure 4 shows EDS analysis of the NiCr coating. EDS measurements made in the 1 point and 2 area. Both EDS analysis shows a similar value. This indicates that the structure is chemically homogeneous. As at the interface, in the coating layer occurred oxidation. When Fig. 3 is examined carefully, it is seen that the substrate was oxidized more than the coating layer. This is because NiCr has high oxidation resistance. X-ray diffraction patterns of NiCr coatings sprayed is shown in Fig. 5. Five phases were observed in the structure of the NiCr coatings, namely Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Nickel and chrome are considered the main phases and the oxides are minor phases. The outer shell of the in-flight particle is most exposed to oxidation because of its direct contact with atmospheric oxygen. Microhardness of NiCr coating is shown in Fig. 6. The Vickers hardness ranges from 300 to 470 HV<sub>0.1</sub>. About 2 times increase was determined in the hardness values of the coatings compared to the substrate. This significant increase in the microhardness of the coatings might be associated with to the distribution of the hard phases such as Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## 5. GENERAL RESULTS

In this study aims investigation of the microstructure and microhardness properties of the NiCr coating produced using HVOF. The following conclusions can be drawn:

- According to SEM and optical images of coatings, coating thickness varies between 100 and 150  $\mu\text{m}$ , and the coating layer has a laminar structure. Ni and Cr were homogeneously distributed throughout the microstructure of coating.
- According to XRD, the coatings consist of Ni, Cr, NiO, NiCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phases.
- Microhardness ranges from 300 to 470 HV<sub>0.1</sub>. Hardness of the coating is 2 times more than substrate.

## REFERENCES

1. Davis, J.R., (2004). Handbook of thermal spray technology, Thermal Spray Society Training Committee, ASM International, Materials Park (OH).
2. Herman, H., Sampath, S., and McCune, R., (2000). Thermal spray: current status and future trends. *Mat. Res. Soc. Bull.* 25(7):17-25.
3. Buytoz, S., Ulutan, M., Islak, S., Kurt, B. and Çelik, O.N., (2013). Microstructural and Wear Characteristics of High Velocity Oxygen Fuel (HVOF) Sprayed NiCrBSi-SiC Composite Coating on SAE 1030 Steel, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 38(6):1481-1491.
4. Pawlowski, L., (2008). *The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings*. 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, Chichester.
5. Mann, B.S., Arya, V., and Joshi, P., (2005). Advanced high-velocity oxygenfuel coating and candidate materials for protecting LP steam turbine blades against droplet erosion, *J. Mater. Eng. Perform.*, 14:487-494.
6. Rastegar, F. and Richardson, D.E., (1997). Alternative to chrome: HVOF cermet coatings for high horse power Diesel engines. *Surf. Coat. Technol.* 90:156-163.
7. Mann, B.S. and Arya, V., (2003). HVOF coating and surface treatment for enhancing droplet erosion resistance of steam turbine blades. *Wear*, 254:652-667.
8. Moskowitz, L. and Trelewicz, K., (1997). HVOF coatings for heavy-wear, high-impact applications. *J. Therm. Spray Technol*, 6: 294-299.
9. Islak, S. and Buytoz, S., (2013). Microstructure properties of HVOF-sprayed NiCrBSi/WCCo-based composite coatings on AISI 1040 steel, *Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid Communications*, 7(11-12):900-903.
10. Dongmo, E., Wenzelburger, M., and Gadov, R., (2008). Analysis and optimization of the HVOF process by combined experimental and numerical approaches, *Surf. Coat. Technol.* 202:4470-4478.
11. Ramesh, M.R., Prakash, S., Nath, S.K., Sapra, P.K., and Venkataraman, B., (2010). Solid particle erosion of HVOF sprayed WC-Co/NiCrFeSiB coatings, *Wear*, 269(3-4):197-205.
12. Scrivani, A., Ianelli, S., Rossi, A., Groppetti, R., Casadei, and F., Rizzi, G. (2001). A contribution to the surface analysis and characterisation of HVOF coatings for petrochemical application, *Wear*, 250:107-113.



**Hayriye Ertek Emre<sup>1</sup>, Ramazan Kaçar<sup>2</sup>, Batuhan Bozkurt<sup>3</sup>  
Ertan Güral<sup>4</sup>, Yunus Emre Bulut<sup>5</sup>, Serkan Keçe<sup>6</sup>**  
Karabük University,  
hayriyeertek@karabuk.edu.tr, rkacar@karabuk.edu.tr  
batuhanbozkurt@gmail.com, ertangural@gmail.com  
yemrebulut@gmail.com, skece@gmail.com, Karabük-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A5PB>

## AA7075 ALUMİNYUM ALAŞIMI İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ TIG KAYNAK UYGULAMASI

### ÖZ

Bu çalışmada modifiye edilmiş tungsten inert gaz (TIG) kaynak yöntemiyle, T6 ısıtıl işlem görmüş, AA7075 serisi alüminyum çifti, tel sürme ünitesi aracılığıyla ER5183 gaz altı ark kaynak ilave teli kullanılarak, SiC seramik toz takviyeli ve takviyesiz olarak, saf argon koruyucu gaz altında, alın altına, yerde yatay pozisyonda birleştirilmiştir. Birleştirmelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çekme, eğme testi uygulanmış ve bağlantının sertlik dağılımı tespit edilmiştir. Birleştirmelerin mikroyapı ve kırılma morfolojisi de incelenmiştir. T6 ısıtıl işlemiyle (yaşlandırma) mekanik özellikleri ve sertliği arttırılan AA7075 alüminyum alaşımlarının kaynak termal çevriminden etkilenecek kaynak metali ve ITAB'da bu özelliklerinde kayıp yaşadığı tespit edilmiştir. Sonuçlar SiC toz takviyesinin kaynak metali tane boyutunu incelterek sertliğini arttırdığına işaret etmektedir. Ayrıca takviye elemanı olarak kaynak banyosuna katılan SiC seramik tozları kaynak metali tane içi ve tane sınırlarında homojen bir dağılım sergilememesi nedeniyle çekme testi sonrası kopmalar bu bölgeden oluşmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** AA7075 Alaşımı, TIG Kaynağı,  
ER5183 Kaynak İlave Teli, SiC Toz

## DEVELOPED TIG WELDING APPLICATION FOR AA7075 ALUMINIUM ALLOYS

### ABSTRACT

In this study, the joining of T6 heat treated AA7075 aluminum alloys by adding SiC and without SiC ceramic powders in butt weld welding position was carried out with modified tungsten inert gas (TIG) welding method by using Ar gas as; shielding gas with wire feeding system in which ER5183 gas metal arc welding filler metal was used. For determining the mechanical properties of both adjoined samples, tensile and bending test were applied and hardness profile of weldment was also determined. Moreover, the microstructure and fracture morphology of weldment was examined. An increased mechanical properties and hardness of T6 heat treated AA7075 aluminum alloys got lost those of gained properties especially in weld metal and HAZ due to effects of weld thermal cycle. The results indicate that adding SiC ceramic particles resulted in grain refinement in weld metal so increasing hardness. In addition, due to SiC ceramic particles distribution presented non-uniformly in weld metal grains and grain boundaries, the fracture occurred in weld metal during the tensile tests.

**Keywords:** AA7075 Alloys, TIG Welding,  
ER5183 Filler Metal, SiC Particle



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde alüminyum ve alaşımların kaynağı konusunda yapılan araştırma ve çalışmaların büyük bir çoğunluğunda önemli gelişmeler elde edilmiştir [1 ve 2]. Genellikle düşük yoğunluk, yüksek dayanım, tokluk ve yorulmaya karşı direnç gösteren alüminyum alaşımlarından 7xxx serisi, yapısal uygulamalarda, uzay ve havacılık sanayinde yaygın olarak kullanılır [3, 4 ve 5]. AA7075 alüminyum alaşımı ise Al-Zn-Mg-Cu ihtiva etmesi sebebiyle farklı ısı işlemlere maruz bırakılarak mekanik özellikleri iyileştirilerek ticari olarak kullanıma sunulur [6 ve 7]. Bu malzemelerin kaynaklanabilir olması da endüstriyel tercih edilme oranını arttırmaktadır [8]. Bu özelliklerine rağmen alüminyum alaşımlarının kullanım alanı düşük çentik darbe ve aşınma dayanımı nedeniyle sınırlandırılmıştır [9 ve 10]. SiC, TiC ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi güçlendirici partikül ilavesi ile alüminyumun sertliği, aşınma dayanımı ve termal kararlılığı arttırılabilir [11]. Daha önce yapılan çalışmalarda AA7075 malzemelerin sürtünme karıştırma kaynağı gibi katı hal kaynak yöntemleri ile takviye elemanı olarak ilave edilen SiC tozunun daha küçük tane oluşumuna neden olarak, birleştirmenin mekanik ve mikroyapısına üstün özellikler kazandırdığı, tokluk, yorulma ömrünü ve dayanımı arttırdığı belirlenmiştir [12, 13 ve 14]. Ayrıca TIG ve lazer kaynağı gibi ergitmeli kaynak yöntemleriyle de Al malzeme yüzeyine SiC toz ilavesi ile yüzey sertleştirme çalışmaları da farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilerek başarılı sonuçlar elde edilmiştir [15 ve 16].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

T6 ısı işlemleriyle (yaşlandırma) mekanik özellikleri ve sertliği arttırılan AA7075 alüminyum alaşımlarının kaynak termal çevriminden etkilenerek kaynak metali ve ITAB'da bu özelliklerini yitirmektedir. Dolayısı ile bu bölgelerin mekanik özellikleri ve sertlikleri belirgin bir şekilde düşüş göstermektedir. Bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmak için kaynak metaline nano toz ilavesi ile dayanım arttırıcı çalışmalar mevcuttur. AA7075 alüminyum alaşımı kaynak metaline, SiC toz ilave edilmesiyle birleştirilmiş bir ergitme kaynağı çalışmasına literatürde rastlanılmamaktadır. T6 ısı işlemleri AA7075 alaşımlarının kaynağına ilave edilecek olan SiC toz takviyesinin kaynaklı birleştirmenin mikroyapısına ve mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesi bu alanda uygulanan güncel bir çalışma olmakla beraber, bu konuda yapılacak olan çalışmalara rehberlik etmesi amaçlanmıştır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

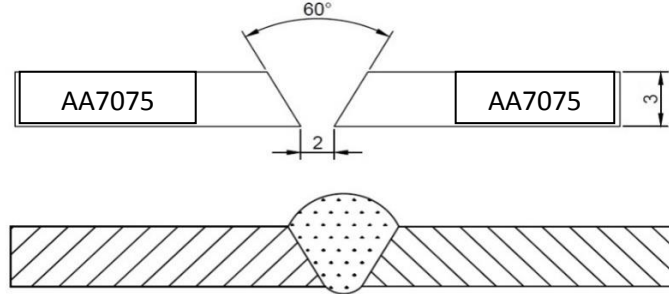
### 3.1. Malzeme ve Kaynak İşlemi (Materials and Welding Process)

Bu çalışmada 3 mm kalınlığında AA7075-AA7075 kalite alüminyum çifti, TIG yöntemi ile Ø1.2 çapında EN ISO 18273 (AWS/ASME SFA-5.10 ER 5183) kaynak ilave teli kullanılarak alın alına, yerde yatay pozisyonda argon gaz atmosferi altında birleştirilmiştir. Çok sert, aşındırıcı olan, yüksek sürünme mukavemetine sahip, indirgeyici atmosferde, erozyon ve kimyasal etkileşimlere karşı mükemmel bir direnç gösteren 15-30µm boyutunda SiC seramik tozu kaynak banyosuna torc üzerine monte edilebilen, bu amaç için geliştirilmiş düzeneğe, sıvı kaynak havuzuna eklenmiştir. Deneyde kullanılan alüminyum alaşımının ve ilave telin kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ana malzeme ve kaynak ilave metali kimyasal bileşimi, % ağırlık)  
(Table 1. The chemical composition of base metal and filler metal wt %)

Malzeme	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Cr	Zn	Zr	Al
AA7075	0.4	0.5	1.2	0.3	2.1	-	0.18	5.1	0.15	Kalan
İlave Tel	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Cr	Zn	Zr	Al
ER 5183	-	-	-	0.5	4.3	-	0.25	-	-	Kalan

Deneysel çalışma için alüminyum sac malzemeler 3x70x250mm ebatlarında kesilerek hazırlanmıştır. Numunelere 60° V kaynak ağızı açılmış ve kaynak öncesi zımpara ile oksit, yağ vb. artıklardan temizlenmiştir. Kaynak tasarımı şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kaynak tasarımı  
(Figure 1. Joint design)

AA7075-AA7075 çifti aralarında 2 mm kaynak boşluğu bırakılacak şekilde alın altına pozisyonda kaynak sırasında çarpılma oluşmaması için bu amaç için geliştirilen metal kalıba yerleştirilmiştir. Kaynağa başlamadan önce başlangıç ve bitiş noktaları punta ile sabitlenmiştir. Kaynaklı birleştirme TIG kaynak yöntemi ile MIG-MAG kaynak makinesine ait tel sürme tertibatından 1.20 mm tel çapında ER 5183 kaynak ilave metali sağlanarak inverter tipi kaynak makinesinde tek pasoda 130A akım şiddetinde 4.9 mm/sn kaynak ilerleme hızında birleştirilmiştir. Diğer bir grup ise aynı ilave metal ile sıvı kaynak havuzuna silisyum karbür (SiC) tozu ilave edilerek birleştirilmiştir. Birleştirme işleminde 2.4 mm çapında AWS A5.12: EWP, tungsten elektrot ve saf argon koruma gazı olarak kullanılmıştır. Kaynaklı AA7075 çifti Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. AA7075 kaynaklı birleştirmesi  
(Figure 2. Welded sample of AA7075)

### 3.2. Mikroyapı İncelemesi ve Mikrosertlik Ölçümü (Microstructural Examinations and Hardness Measurements)

Mikroyapı ve mikrosertlik ölçüm numuneleri diskatom kesme makinesinde kesilerek soğuk reçine ile kalıba alınmıştır. 400-1200 mesh zımparalanan numuneler sırasıyla 1-3 mikron elmas pasta ile keçelenmiştir. Yüzeyleri temizlenen ve hazır hale getirilen numuneler için, 190 ml saf su içerisine 10 ml nitrik asit, 6 ml hidroklorik asit, 4 ml hidroflorik asit çözündürülerek hazırlanmış Dix-Keller çözeltisinde 25 saniye dağlanmıştır. Numuneler optik ve taramalı elektron mikroskobundan (SEM) yararlanılarak incelenmiştir. SEM incelemeleri Zeiss Ultra Plus marka cihazda gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklı numunelerin sertlik ölçümü Schmadzu marka sertlik ölçüm cihazında batıca uca 200 g yük uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.3. Çekme Deneyi (Tensile Test)

Çekme deney numuneleri TS EN ISO 4136 standardına uygun olarak CNC lazer kesim makinesinde kesilerek hazırlanmıştır (Şekil 3). Deneysel hataları en aza indirebilmek amacıyla üç adet hazırlanan çekme deneyi numuneleri, 10kN kapasiteli SHIMAZDU marka çekme test cihazında 5 mm/dakika çekme hızında boyuna doğrultuda çekilmiştir.



Şekil 3. Çekme deney numunesi  
(Figure 3. Tensile test sample)

### 3.4. Eğme Deneyi (Bending Test)

Kaynaklı birleştirmenin TS EN ISO 5173 standardına göre eğme deney numuneleri Şekil 4'de gösterildiği gibi lazer kesim makinesinde kesilmiştir. Eğme deney işlemi 2 ton basma kapasiteli ALŞA marka universal hidrolik çekme-basma cihazında gerçekleştirilmiştir.

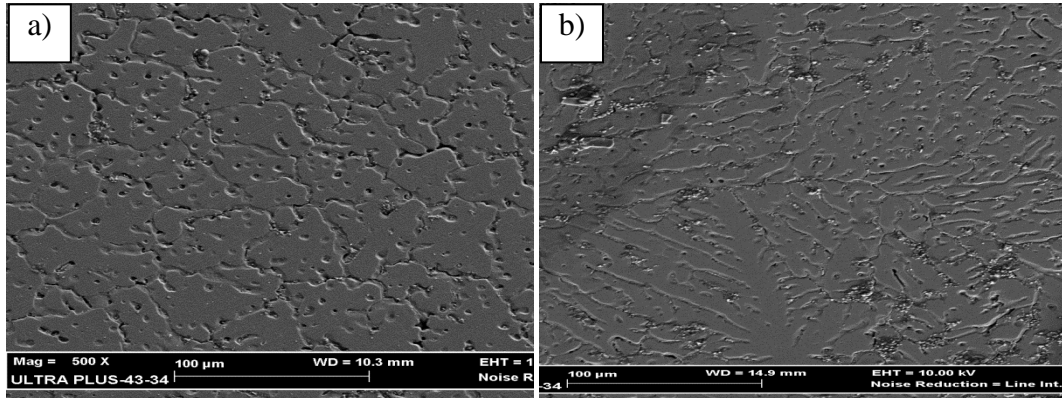


Şekil 4. Eğme deney numunesi  
(Figure 4. Bending test sample)

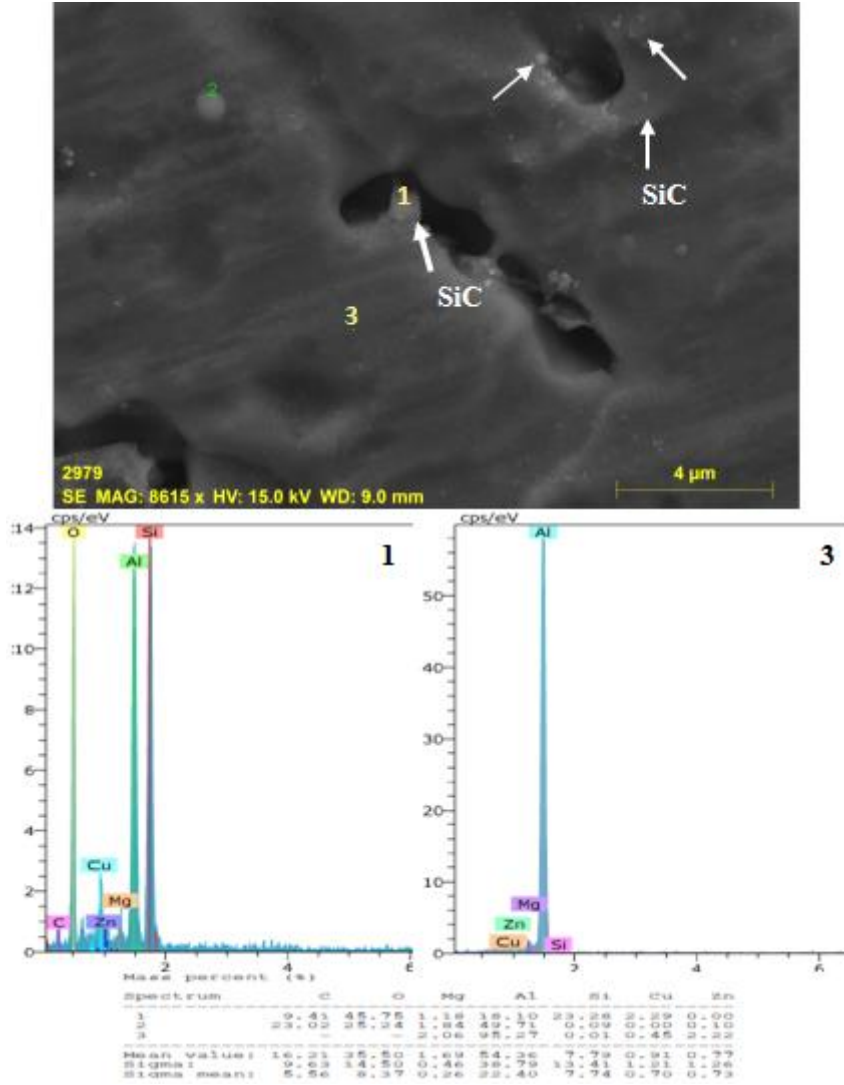
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (RESULT AND DISCUSSIONS)

### 4.1. Mikroyapı İncelemeleri (Microstructural Examinations)

SiC seramik takviyeli ve ilavesiz birleştirmelerin kaynak metali SEM incelemeleri Şekil 5'de gösterilmiştir. Ayrıca SiC seramik tozunun kaynak metalinde tane içinde veya tane sınırlarında bulunabilme ihtimalinin araştırılması için Şekil 6'da gösterilen noktalardan EDS analizi alınmıştır.

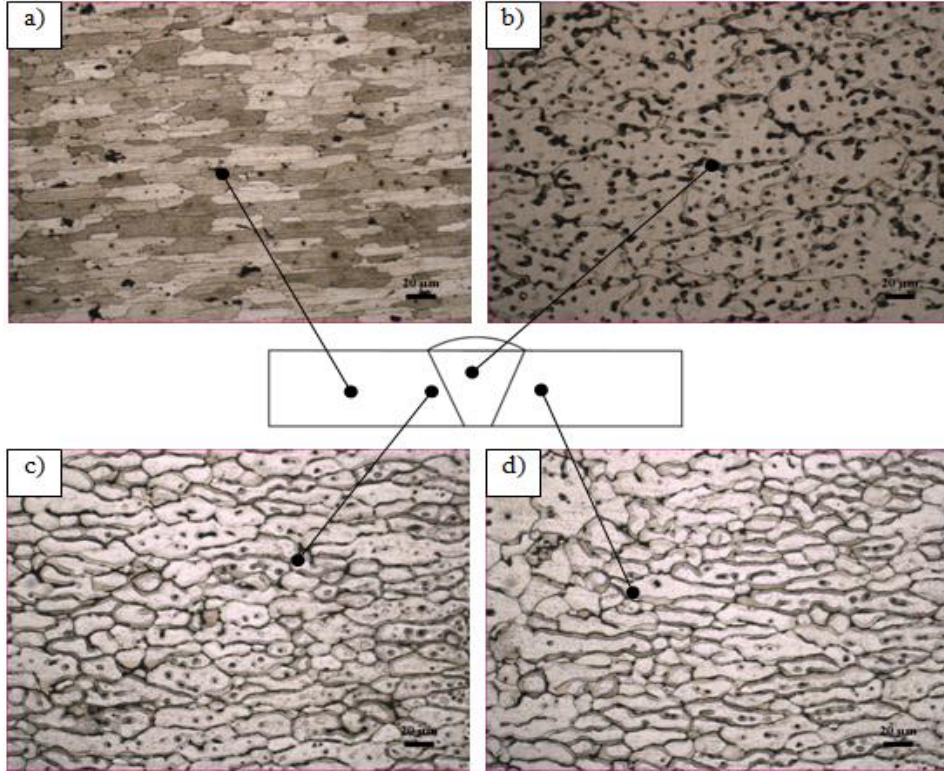


Şekil 5. Kaynak metali mikroyapısı a) SiC ilavesiz, b) SiC toz takviyeli  
(Figure. Weld metal microstructure a) without SiC, b) SiC added)

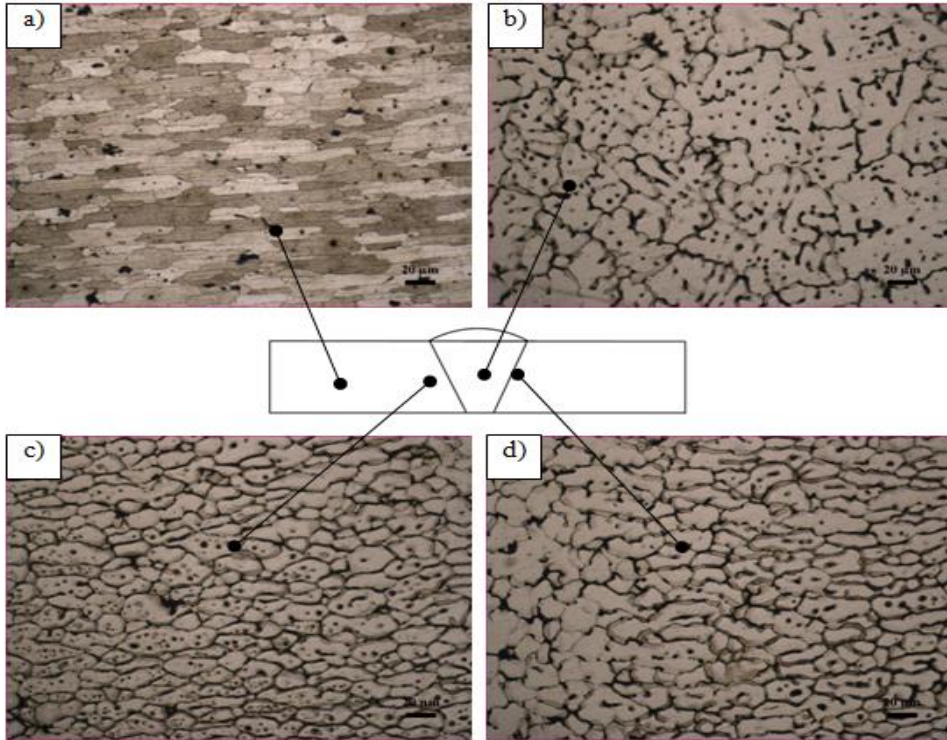


Şekil 6. SiC toz takviyeli birleştirmenin kaynak metalini EDS analizi  
(Figure 6. EDS analysis of weld metal by adding SiC)

Şekil 5'den görüldüğü gibi SiC seramik toz ilaveli birleştirmenin kaynak metalini mikroyapısının toz ilavesiz birleştirmeye göre daha ince taneli olduğu göze çarpmaktadır. Şekil 6'da görüldüğü SiC tozunun tane içinde ve tane sınırlarında toplanarak çökeltilere sebep olduğu görülmektedir. Birleştirmeye ilave edilen SiC tozu tane sınırlarına yerleşerek katılaşma sırasında tane büyümesine engel teşkil etmekte ve yapının daha ince taneli olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Göze batan diğer bir hususta tane ara yüzeylerinde SiC tozlar alüminyum matris tarafından tam anlamıyla ıslatılıp kaplanamadığıdır. Kaynaklı birleştirmelerin sırasıyla ana malzeme, ITAB ve kaynak metalini kapsayacak mikroyapısı optik mikroskop ile incelenerek Şekil 7 ve Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. SiC ilavesiz birleştirme mikroyapısı a) ana malzeme, b) kaynak metali, c) ve d) ITAB  
(Figure 7. Microstructure of welded sample without adding SiC a)base metal, b) weld metal, c) and d) HAZ)



Şekil 8. SiC toz ilaveli birleştirme mikroyapısı a) ana malzeme, b) kaynak metali, c) ve d) ITAB geçiş bölgesi  
(Figure 8. Microstructure of welded sample with adding SiC a)base metal, b) weld metal, c) and d) HAZ)

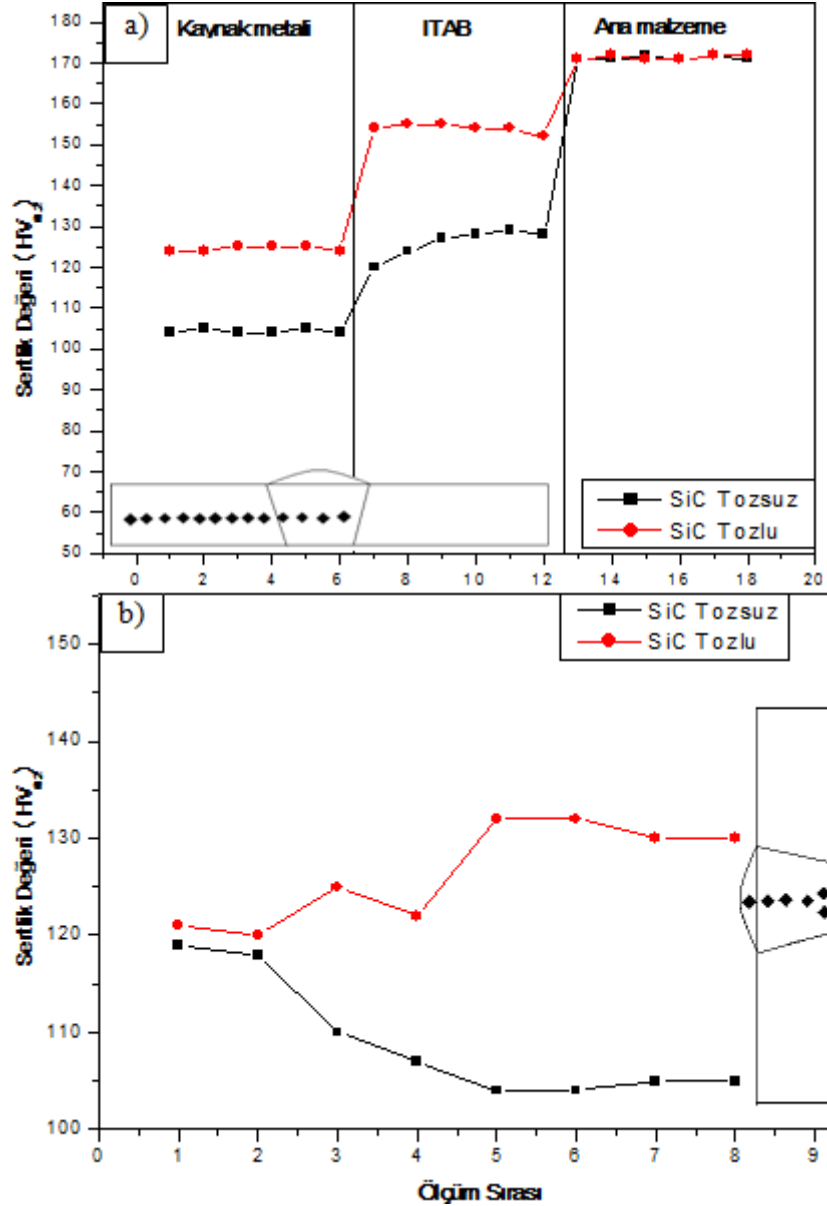
Şekil 5, 7 ve 8'den görüldüğü gibi SiC seramik toz takviyeli birleştirme kaynak metaline SiC seramik tozunun heterojen çekirdek oluşumunu arttırarak ve tane sınırlarında tane irileşmesini engelleyerek alüminyum tane boyutunu küçülttüğü düşünülmektedir. Fattahi vd [17] yaptıkları çalışmada alüminyum alaşımına TIG kaynağı ile TiC toz takviyeli ilave tel kullanarak birleştirmişlerdir. Kaynak metalinde alüminyumun katılaştırırken, TiC tozunun heterojen çekirdeklenme şeklinde katılaşmaya sebebiyet verdiğini rapor etmişlerdir.

TiC toz miktarının artmasına bağlı olarak birincil  $\alpha$ -Al fazının azaldığını belirtmişlerdir. Tozun çekirdeklenme için gerekli aktivasyon enerjisini düşürmesinden dolayı TiC toz ile alüminyum matris arasında heterojen çekirdeklenmeyi arttırdığı düşünülmektedir [17]. Benzer şekilde AA7075 alüminyum malzeme SiC ilavesiz birleştirmelerde birincil  $\alpha$ -Al olarak katılaştıran kaynak metalini, SiC ilavesi ile ötektik olarak katılaştıran alüminyum matrisi alanını daraltarak daha ince taneli bir yapı oluşumuna neden olmuştur. Şekil 8 b'den görüldüğü gibi SiC toz kaynak metalinde homojen bir dağılım sergilememekte, tozun dağılım gösterdiği mikroyapı daha dendiritik ve ince formda iken, tozun dağılım sergilemediği bölgede birincil  $\alpha$ -Al taneleri olarak daha kaba taneli yapıdadır.

SiC seramik toz ilavesiz ve ilaveli birleştirmelerin optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde, her iki birleştirme için de ITAB bölgesinde tane irileşmesi meydana geldiği görülmektedir (Şekil 7 ve Şekil 8 c, d). Lofti vd [10]. A380 alüminyum alaşımlarına TIG kaynağı ile SiC tozlu kompozit tabaka kaplaması uygulaması gerçekleştirmişler ve %30 SiC toz takviyesinin, kaynak metalinde iğne şeklinde  $Al_4SiC_4$  oluşumuna ve matriste ince dağılmış asiküler silisyumun oluşumuna neden olduğunu rapor etmişlerdir.

#### **4.2. Sertlik deney sonuçları (Hardness Results)**

Kaynak bölgesi enine kesitinden ve diklemesine alınan mikrosertlik değerleri Şekil 9 a ve b'de gösterilmiştir.



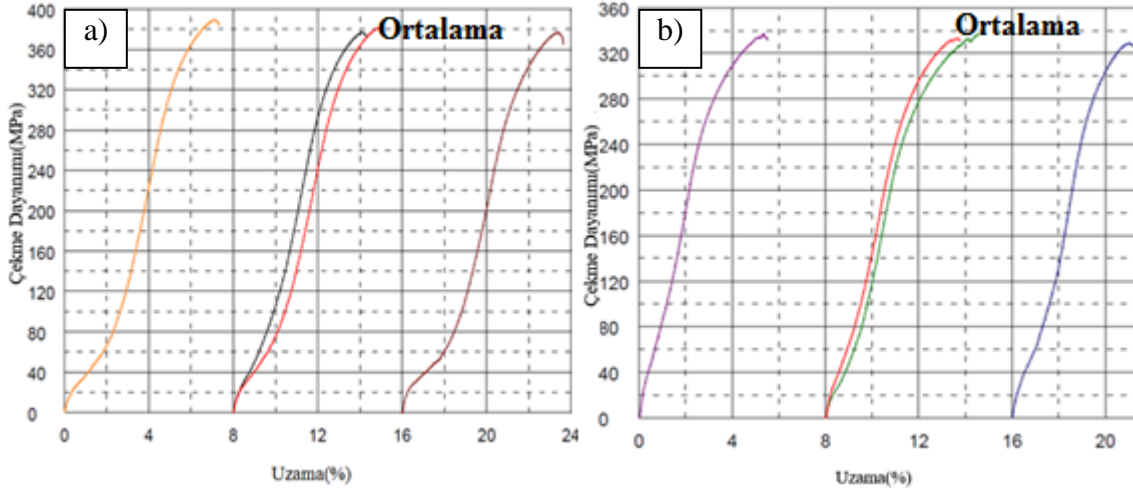
Şekil 9. Sertlik grafiği a) yatay ve b) dikey kesit  
(Figure 9. Hardness results a) horizontal, b) vertical section)

Şekil 9 a'dan görüldüğü gibi AA7075 ana malzeme sertliği yaklaşık 175 HV tespit edilmiştir. Her iki birleştirme içinde en yüksek sertlik ana malzemede, daha sonrada ITAB'da, en düşük sertlikler ise kaynak metalinde tespit edilmiştir. Ana malzemenin sertliğinin yüksek bulunması AA7075 alaşımının T6 ısıl işlemi uygulanmış vaziyette temin edilmesiyle ilişkilidir. SiC toz ilavesiz birleştirmenin kaynak metalı sertliği ortalama 104.3 HV, ITAB sertliği 120-129 HV arasında ve ortalama ana metal sertliği ise 171 HV bulunmuştur. SiC toz takviyeli birleştirmenin ortalama kaynak metalı sertliği 124.5 HV, ITAB sertliği 152-155 HV arasında ve ana metal sertliği ise 171 HV bulunmuştur. Mukayese edildiğinde SiC toz takviyesi kullanılan numunenin kaynak metalı ve ITAB sertliklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kaynak metalı dikey kesitinden alınan sertlik ölçümleri de SiC toz ilaveli birleştirmelerin daha yüksek sertlikte olduğunu göstermektedir. Ayrıca dikkati çeken bir

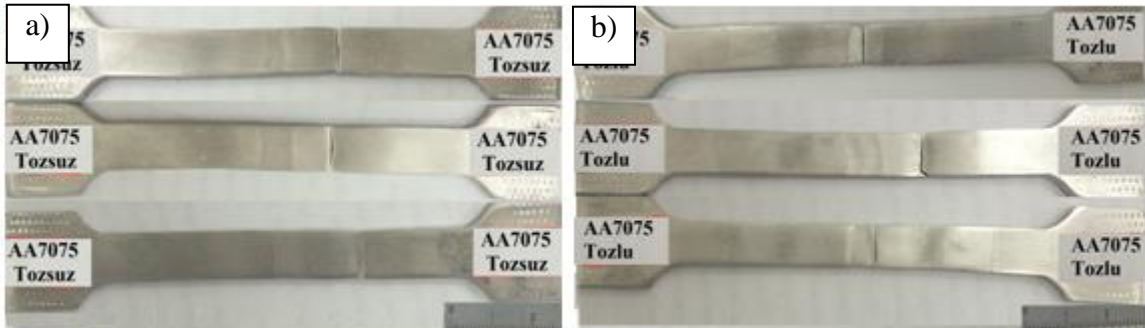
diğer husus da SiC toz takviyeli birleştirmelerde kaynak metali kök tarafında sertliğin daha yüksek olmasıdır. SiC tozu kaynak metalinde homojen bir dağılım sergilememekle beraber, alüminyum ana malzeme yoğunluğuna ( $2.7\text{gr/cm}^3$ ) göre yoğunluğunun daha yüksek olması ( $3.21\text{gr/cm}^3$ ) sebebiyle kaynak banyosunda dibe çökerek kaynak kökünde sertliği daha fazla arttırdığı düşünülmektedir. Kaynak sırasında toz olarak ilave edilen takviye malzemesi SiC seramik toz kaynak metali tane boyutu büyümesine engel olarak daha küçük taneli bir yapı oluşumuna sebebiyet verdiği için sertlik değerini arttırdığına inanılmaktadır. Bu durum toz ilaveli birleştirmelerin kaynak metali sertliklerinin daha yüksek çıkması sonucunu desteklemektedir. Kaynak metali tane boyutu küçülmesi mukavemeti dolayısıyla sertliği arttırmaktadır [18].

#### 4.3. Çekme Deney Sonuçları (Tensile Test Results)

SiC seramik toz kullanmadan ve kullanılarak birleştirilen deney numunelerinin çekme testi sonucu gerilme-uzama grafikleri sırasıyla Şekil 10a ve b'de gösterilmiştir. Kırmızı ile gösterilen eğri ortalama gerilme-uzama eğrisi grafiğini temsil etmektedir. Çekme testi sonrası kopan numune görüntüleri Şekil 11 a ve b'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Birleştirmelerin gerilme-uzama grafiği, a) SiC ilavesiz, b) SiC seramik toz ilaveli  
(Figure 10. Stress-strain graphics of joints a)without SiC, b) with SiC added)



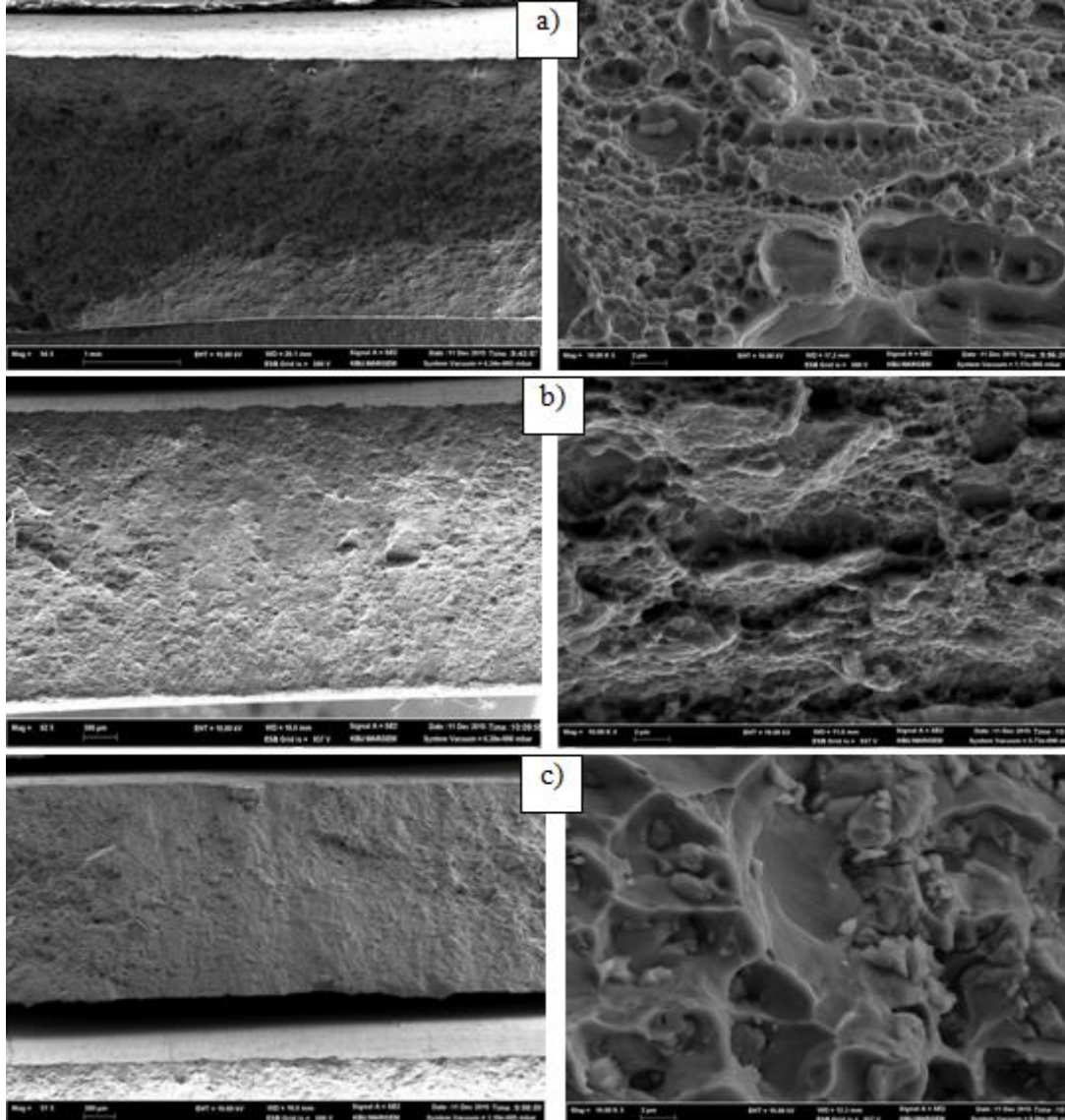
Şekil 11. Numunelerin kopma görüntüsü, a) SiC ilavesiz, b) SiC seramik toz ilaveli  
(Figure 11. Failure region of samples a)without SiC, b) with SiC added)



Şekil 10a'dan görüldüğü gibi, SiC seramik toz ilavesiz birleştirilen numunenin ortalama çekme dayanımı 373.64 MPa, ortalama yüzde uzama miktarları ise %7.07 olarak belirlenmiştir. Şekil 10 b'den görüldüğü gibi SiC seramik toz ilaveli numunenin ortalama çekme dayanımı ve % uzaması ise sırasıyla 311.99 MPa, ve %5.76 olarak saptanmıştır. T6 ısıl işlem görmüş AA7075 alüminyum ana malzemenin çekme dayanımı 572 MPa, yüzde uzaması ise %11'dur [19]. SiC toz takviyeli birleştirmenin dayanımı ve uzamasının toz takviyesi kullanılmayan numunelere göre daha düşük tespit edilmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin dayanımının ve uzama miktarının ana malzemeden düşük bulunması AA7075 alüminyum alaşımının mekanik özelliklerinin kaynak termal çevriminden dolayı etkilendiğine işaret etmektedir.

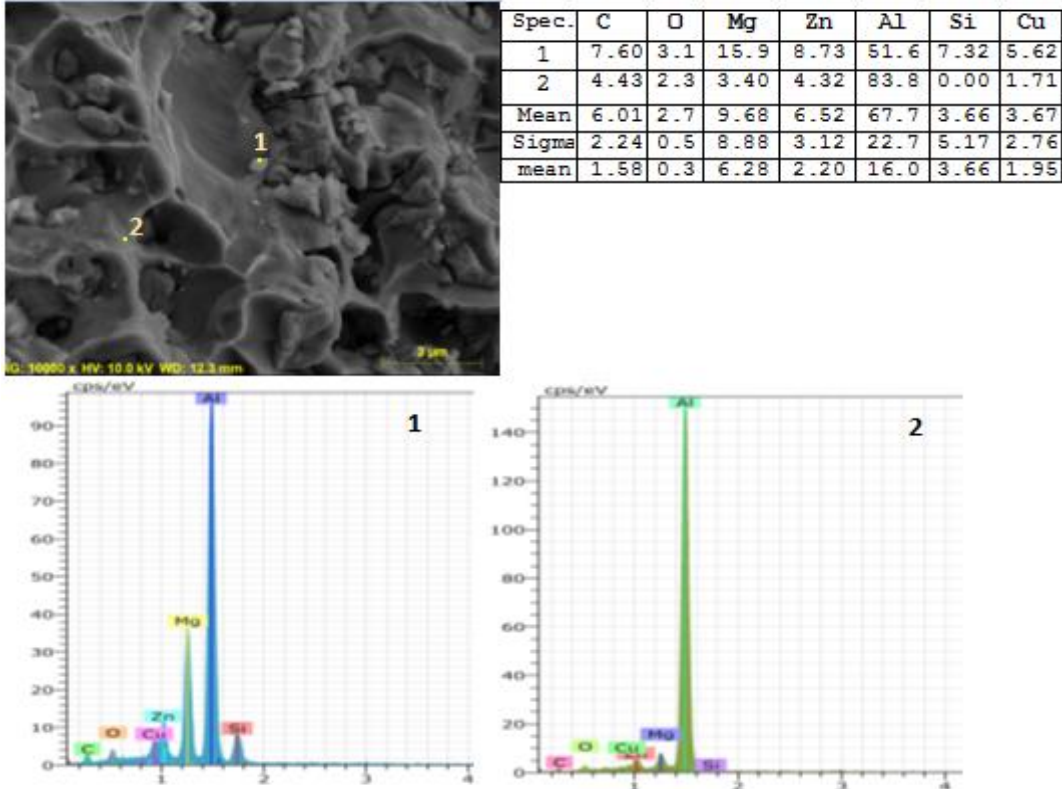
Şekil 11'den görüldüğü gibi SiC ilavesiz numunelerde kopmalar ITAB'dan ana malzemeye geçerken, SiC seramik toz ilaveli numunelerde ise kopmalar ağırlıklı olarak kaynak metalinden, bir numunede ise ITAB'dan meydana gelmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin çekme dayanımının en düşük ana malzemenin çekme dayanımından yüksek olması istenir. SiC seramik toz ilavesiz birleştirmelerin üç tanesi de ITAB'ın dönüşüme uğramamış bölgesinden koptuğu tespit edilmiştir. Kopmanın bu bölgeden meydana gelmesi şu şekilde açıklanabilir. T6 ısıl işlemi uygulanmış AA7075 ana malzemenin kaynak metalinde yaşlandırma ile oluşan çökeltiler kaynak metalinde tamamen çözünür. ITAB'ın kaba taneli, ince taneli ve kısmi dönüşüme uğramış bölgelerinde kaynak termal çevrim etkisiyle yaşlandırma ile oluşan çökeltiler çözünmek için gerekli zaman ve enerjiyi bulamadıkları için kabalaşırlar.

ITAB'ın belirtilen bölümlerinde çökeltilerin kabalaşmasından dolayı dislokasyon hareketine engel çıkarması beklenmez. Bu sebeple ITAB dönüşüme uğramamış bölgesinde ise kaynak termal çevriminden etkilenmeyen çökeltiler deformasyon sırasında hareket eden dislokasyonlara engel çıkarak kırılma başlangıcı için çatlak oluşumunu meydana getirdiğine inanılmaktadır. SiC seramik toz takviyeli birleştirmelerin dayanımında toz ilavesiz numunelerle karşılaştırıldığında azalma görülmüştür. Bu durum SiC tozun kaynak banyosunda kaynak kök ve merkezinde toplanarak bu bölgenin sertliği arttırarak deney sırasında matris karbür arayüzeyinden çatlak oluşturarak dayanımı düşürdüğüne inanılmaktadır. Yüzde uzamadaki azalma ve kopmanın genelde bu bölgeden meydana gelmesi bunu doğrulamaktadır. Çekme testi sonrası numunelerin kırık yüzey incelemeleri SEM ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 12 a, b ve c).



Şekil 12. Çekme testi sonrası kırılma yüzey görüntüsü a) SiC ilavesiz, b) SiC ilaveli ITAB, c) SiC ilaveli kaynak metal  
Figure 12. Fracture surface of tensile test sample a) Without SiC, b) SiC added HAZ region, c) SiC added weld metal)

Şekil 12 a,b ve c'de görüldüğü gibi birleştirmelerin çekme numunelerinde kesit daralması ve yüzeyde oluşan çukurculardan kırılma karakteristiklerinin sünek olduğuna işaret etmektedir. Ancak kaynak metalinden kırılan SiC toz takviyeli numunenin kırılma yüzeyinin nispeten daha düzlemsel kırılma yüzeylerine sahip olduğu görülmektedir. Tane ara yüzeyleri ve çukurcuk içlerindeki keskin köşeli oluşumların çatlak başlangıç noktası olarak görev yaptıkları görülmektedir. Bu sebeple SiC takviyesi ile birleştirilen numunenin kaynak metalini kırılma yüzeyi çukurcukları içerisinde görülen oluşumların noktasal EDS analizi alınmıştır. EDS analiz sonuçları Şekil 13'de gösterilmiştir.

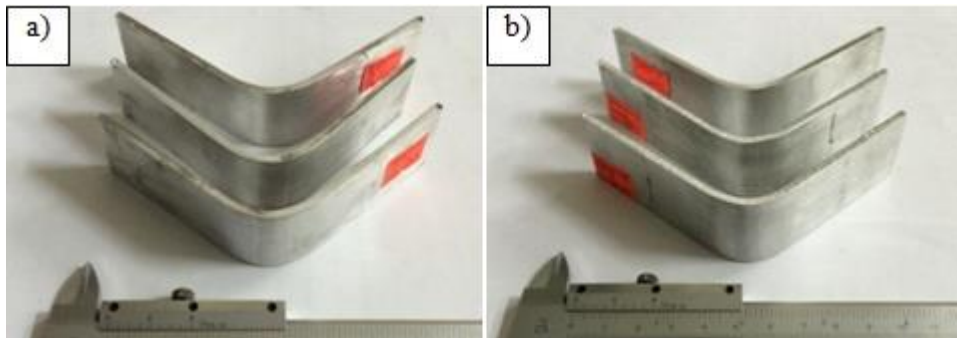


Şekil 13. SiC toz ilaveli numune kırık yüzeyi EDS analizi  
(Figure 13. EDS analysis from fracture surface of SiC added joint)

Şekil 13'den görüldüğü gibi 1 no 'lu noktanın EDS analizine göre Mg, Si, Cu miktarının kaynak metalinin kimyasal bileşimine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek miktarda karbon bulunması bu oluşumun SiC olabilme ihtimalini de kuvvetlendirmektedir. Kaynak sıvı banyosuna ilave edilen SiC toz ve ilave tel kompozisyonuna bağlı olarak ana malzemeye göre kaynak metali bileşiminde belirgin bir farklılık meydana geldiği tespit edilmiştir.

#### 4.4. Eğme Deney Sonucu (Bending Test Results)

Eğme deneyi sonucu numunelerin görüntüleri Şekil 14a ve b'de gösterilmiştir.



Şekil 14. Eğme deney numuneleri a) SiC ilavesiz, b) SiC ilaveli  
(Figure 14. Bending samples a) without SiC, b) with SiC)

Birleştirmelerin eğme deneyi sonucunda her iki numunede ITAB ve kaynak metalinde çatlama ve kırılma gözlemlenmemiştir. Bu durum her

iki birleştirmenin de şekillendirilebilirliğinin iyi olduğuna işaret etmektedir.

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

- SiC seramik tozları yoğunluğundan dolayı kaynak dikişinin kök kısmında tane içlerinin yanı sıra tane sınırlarında yoğunlaştığı görülmektedir. SiC seramik toz takviyesi çekirdek oluşumuna ön ayak oluşturarak ve tane sınırlarında da kabalaşmaya engel olarak kaynak metali mikroyapısını etkileyerek daha ince taneli yapı oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir.
- T6 ısıtma işlemi görmüş AA7075 kalite alüminyum alaşımının özellikleri kaynak bölgesinde çökeltilerin çözünmesine bağlı olarak tamamen kaybedilmiştir. ITAB'ın kaba, ince ve kısmi dönüşüme uğramış bölümlerinde ulaşılan sıcaklığa ve bu sıcaklıkta bekleme süresine bağlı olarak çökeltilerin kabalaşması dolayısıyla dislokasyon başına düşen çökelti sayısının azalmasına bağlı bu bölgelerin özelliklerinde kısmi kayıp yaşanmıştır. SiC seramik toz ilavesi yapılmış birleştirmede kaynak metalinde ve ITAB'da tozlar tane büyümesini engelleyici rol oynamıştır.
- SiC seramik toz ilavesinin birleştirmenin sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Seramik toz takviyeli numunenin sertliği kaynak dikişinin köküne doğru artması tozların yoğunluk farkı sebebiyle bu bölgede daha fazla yoğunlaştığına işaret etmektedir. Toz takviyesi yapılmamış olan numunenin kökünde ise ısı girdisine bağlı olarak artan tane boyutuyla ilgili sertlikte azalma tespit edilmiştir.
- Kaynak işlemi öncesi numunelerin T6 ısıtma işlemiyle alakalı durum göz önünde bulundurulduğunda, kaynak termal çevrimi sonrası yaşlandırmanın etkisi tamamen veya kısmen ortadan kalkarak mekanik özellikleri kötü yönde etkilenmiştir. Kaynak metaline SiC seramik toz ilavesi tane iyileşmesi sağlayarak sertliği arttırdığı tespit edilmiştir. Bilhassa tane arayüzlerinde toplanan SiC tozlarının çekme testinde kaynak metalinden kopmalara neden olduğu belirlenmiştir. Uzama miktarının azalması da bu durumu desteklemektedir.
- Seramik toz takviyesi yapılmamış numunenin kopması ITAB dönüşüme uğramamış bölgeden oluşması bu bölgede ulaşılan sıcaklık düşünüldüğünde çökeltilerde bir kabalaşma yaşanmadığına diğer bir ifadeyle dislokasyon başına düşen çökelti sayısının fazladır. Bu sebeple test sırasında deformasyona bağlı dislokasyon çökelti etkileşimi bu bölgelerde oluşarak sert çökeltilerin yumuşak matrisi keserek kırılmanın bu bölgeden oluşmasına ön ayak ettiğine inanılmaktadır.
- Eğme deneyi sonucunda numunelerde herhangi bir hasar oluşmamıştır. Bu durum birleştirmesinin şekillendirilebilirliğinin iyi olduğuna işaret etmektedir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Sarsılmaz, F. ve Özdemir, N., (2008). AA1050/AA6061 Alüminyum Alaşım Çiftinin Sürtünme Karıştırma Kaynağında Karıştırıcı Uç Profillerinin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi: DAUM, ss:61-65.
2. Doğan, S., (2006). AA 5754-H22 Alüminyum Alaşımının Sürtünme Karıştırma Kaynağında İşlem Parametrelerinin Mikroyapı ve Mekanik Özelliklere Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, O.G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü.

3. Demirci, K.M., (2011). Dünya Ticaretinde Türkiye'nin Yeri. TMMOB 5. Alüminyum Sempozyumu Açılış Bildirisi.
4. Rendigs, K.H., (1997). Aluminum Structures Used in Aerospace Status and Prospects. Mater Sci Forum.
5. Malaczynski, G.W, Hamdi, A.H., Elmousri, A.A., and Qiu, X., (1997). Ion Implantation and Diamond-Like Coatings of Aluminum Alloys. Journal of Materials Engineering Performance, Vol:6, Number:2, pp:223-239.
6. Hefti, L.D., (2007). Commercial Airplane Applications of Superplastically Formed AA5083 Aluminum Sheet. Journal of Materials Engineering Performance, Vol:16, Number:2, pp:136-141.
7. Ezatpour, H.R., Torabi Parizi, M., Sajjadi, S.A., Ebrahimi, G.R., and Chaichi, A., (2016). Microstructure, Mechanical Analysis And Optimal Selection Of 7075 Aluminum Alloy Based Composite Reinforced With Alumina Nanoparticles. Materials Chemistry and Physics, Vol:178, pp:119-127.
8. Dehghani, K., Nekahi, A., and Mirzaie, M.A.M., (2010). Optimizing The Bake Hardening Behavior Of Al7075 Using Response Surface Methodology. Materials & Design, Vol:31, Issue:4, pp:1768-1775.
9. Hefti, L.D., (1993). Surface Engineering, Asm Metals Handbook, Ohio: ASM International.
10. Lotfi, B., Rostami, M., and Sadeghian, Z., (2014). Effect of Silicon Content on Microstructure of Al-Si/SiC Composite Layer Cladded on A380 Al Alloy by TIG Welding Process Trans. Nonferrous Met. Soc. China, Vol:24, pp:2824-2830.
11. Strafford, K.N., (1990). Surface engineering practice: Processes fundamentals and applications in corrosion and wear. Hertfordshire, UK: Ellis Horwood Limited.
12. Bahrami, M., Dehghani, K. and Besharati Givi, M.K., (2014). A novel approach to develop aluminum matrix nano-composite employing friction stir welding technique. Mater. Des., Vol:53, pp:217-225.
13. Bahrami, M., Givi, M.K.B., Dehghani, K., and Parvin, N., (2014). On the role of pin geometry in microstructure and mechanical properties of AA7075/SiC nano-composite fabricated by friction stir welding technique. Mater. Des., Vol:53, pp:519-527.
14. Bahrami, M., Helmi N., Dehghani K., and Besharati, Givi M.K., (2014). Exploring the effects of SiC reinforcement incorporation on mechanical properties of friction stir welded 7075 aluminum alloy: fatigue life, impact energy, tensile strength. Mater. Sci. Eng. A, Vol:595, pp:173-178.
15. Man, H. and Kowok, C., (2000). Cavitation Erosion and Corrosion Behavior Of Laser Surface Alloyed Mmc Of Sic And Si3n4 On Al Alloy Aa6061. Surface And Coatings Technology, Vol: 132, pp: 11-20.
16. Anandkumar, R., Almedia, A., Colaco, R., Vilar, R., Ocelik, V., and Hosson, J.T.M., (2007). Microstructure and Wear Studies of Laser Clad Al-Si/Sic(P) Composite Coatings. Surface and Coatings Technology, Vol:201, pp:9497-9505.
17. Fattahi, M., Mohammady, M., Sajjadi, N., Honarmand, M., Fattahi, S. and Akhavan, Y., (2015). Effect of Tic Nanoparticles on The Microstructure And Mechanical Properties of Gas Tungsten Arc Welded Aluminum Joints Journal of Materials Processing Technology, Vol:217, pp:21-29.
18. Hull, D. and Bacon, D.J., (2001). Introduction to Dislocations, Butterworth-Heinemann, 0750646810.
19. Asm Specification Aerospace Metals,  
<http://Asm.Matweb.Com/Search/Specificmaterial.Asp?Bassnum=Ma7075t6>.



**Hasan Karabulut**

Karabük University, hasankarabulut@karabuk.edu.tr, Karabük-Turkey

**Mehmet Akif Erden**

Karabük University, makiferden@karabuk.edu.tr, Karabük-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A7PB>

**ALÜMİNYUM MATRİSLİ NİYOBYUM KARBÜR TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEMENİN TOZ METALURJİSİ YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada, NbC takviyeli AA7075 matrisli kompozit numuneler toz metalürjisi yöntemiyle istenilen bileşimlerde üretilmiştir. Sinterleme işlemi alaşımsız ve NbC takviyeli alüminyum matrisli kompozit numuneler için 585°C'de gerçekleştirilmiştir. Alaşımsız ve NbC ilave edilen AA7075 numuneler 485°C'de 2 saat solüsyona alınıp 110-120 ve 130°C'de 15, 20, 25 ve 30 saat yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Farklı oranlarda (%1, %3 ve %5) katılan NbC miktarının ve sinterleme sıcaklığının mikroyapı ve mekanik özelliklere etkisi araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toz metalürjisi, NbC, Mikroyapı,  
Mekanik özellikler, Kompozit Malzeme

**INVESTIGATION OF JOINABILITY BY FRICTION WELDING METHOD OF AISI 420 STEEL**

**ABSTRACT**

In this study, NBC AA7075 reinforced composites samples were prepared at the desired composition of the powder metallurgy method. The sintering process was carried out in 585°C for NbC reinforced aluminum alloy matrix composite samples. AA7075 alloy and NbC -added samples were taken 2 h to the solution at 110-120 485°C and 130°C 15, 20, 25 and 30 hours aging treatment was applied. The microstructure of an introduced amount of NbC in different proportions (1% , 3% and 5%) and sintering temperature on mechanical properties was investigated.

**Keywords:** Powder Metallurgy, NBC, Microstructure,  
Mechanical Properties, Composite Materials

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kompozitler, doğal veya sentetik birden fazla bileşenin bir araya getirilmesi ile oluşturulan malzeme olarak tanımlanabilir [1]. Ayrıca sergiledikleri mükemmel dayanım özellikleri, farklı birleşim ve geometrilerde üretilebilmeleri, yorulma, tokluk, yüksek sıcaklık, oksitlenme ve aşınma dayanımlarının yüksek olması nedeniyle, endüstriyel alanlarda gün geçtikçe daha fazla kullanılmaktadır [2]. Kompozit malzemelerin bir diğer avantajı ise, bileşenlerinin en iyi özelliklerini bir araya getirmesidir. Kompozit malzemelerin üretimi ile kırılma tokluğu, korozyon dayanımı, ısı ve akustik iletkenlik, maliyet, estetik görünüm, imalat kolaylığı gibi özelliklerin bir ya da birkaçının geliştirilmesi amaçlanır [3]. Metal matrisli kompozit (MMK) malzemeler metal veya alaşımdan meydana gelen bir metal matris ile çoğunlukla partikül haldeki takviye malzemesinin makro ölçekte karışımından oluşur. MMK malzemelerde matris malzemesi olarak genellikle hafif metaller tercih edilmektedir. Al ve alaşımları, bu metallerin başında gelmektedir. Ayrıca Cu, Mg, Ti Zn ve Pb da metal matris malzemesi olarak kullanılmaktadır. Matris malzemesi; oksitlenme ve korozyon direnci veya diğer özellikler de göz önüne alınarak seçilebilir.

Al ve alaşımları, düşük yoğunluğa sahip olması, kolay şekillendirilebilmesi ve takviye malzemesi ile iyi uyum göstermesi nedeniyle en yaygın kullanılan matris malzemesidir. Düşük yoğunluk, mükemmel dayanım, tokluk ve korozyon dirençleri nedeniyle havacılık, otomotiv ve uzay sanayi alanlarında önemli uygulama alanları bulmaktadır. Metal matrisli kompozit malzeme üretiminde kullanım gören partikül çeşitleri ise  $Al_2O_3$ , SiC, Gr, TiC ve  $ZrO_2$ , grafitler ve diğer seramiklerdir [3 ve 7]. Az sayıda malzemede bulunan sert refrakterlik özelliği Niyobyum karbürü diğer takviye malzemelerine göre ön plana çıkartmaktadır. Niyobyum karbür (NbC) ticari araçlar için kullanılan son derece sert refrakter seramik malzemedir. Genellikle, sinterleme ile işlenir. Son derece korozyona dayanıklıdır [8]. Alüminyum, ağırlıkça hafiftir ve alaşımları yapı çeliklerinden daha mukavemetlidir. İyi elektrik ve ısı iletkenliği ve yüksek ısı ve ışık yansıtmasına sahiptirler. Pek çok hizmet şartlarında korozyon direnci oldukça iyidir. Literatürde Al matrisli NbC takviyeli kompozit malzemelerin toz metalürjisi yöntemiyle üretimini ve mekanik özelliklerinin incelenmesi hakkında bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde kompozit malzemelerle ilgili farklı çalışmaların olduğu görülmektedir.

Örneğin, Orhan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; gaz atomizasyon yöntemiyle üretilmiş %99 saflıktaki Al tozunu matris, %99 saflığa sahip  $B_4C$  tozunu ise takviye elemanı olarak kullanıp, ağırlıkça farklı oranlara sahip metal matrisli kompozit malzemeler üretmişlerdir. Takviye elemanı olan  $B_4C$  tozu ağırlıkça %10, 20 ve 30 oranlarında katmışlardır. Kompozitlerin üretimini toz metalürjisi yöntemi kullanarak yapmışlardır. Kompozitler soğuk izostatik preslemeden sonra sıcak presleme yöntemi ile poroziteleri minimuma indirmişlerdir. Sıcak presleme işlemi esnasında çalışma sıcaklığı olarak 500 ve 550°C sıcaklıkları seçmişlerdir. Üretilen kompozitlerin metalografik incelemeleri SEM'de yapmışlar. Ayrıca üretilen kompozitlerin mikrosertlik sonuçlarını alıp değerlendirmişlerdir. Al matrisli  $B_4C$  takviyeli kompozitin homojen bir dağılım göstererek üretilebildiği ve ağırlık oranlarına paralel olarak mikrosertliklerde değişim olduğu sonucuna varmışlardır [9]. Aktaş yaptığı çalışmada parçacık takviyeli Al esaslı metal matrisli kompozitler mekanik alaşımlama yöntemiyle üretmiştir. Takviye elemanı olarak  $Al_2O_3$  parçacıkları kullanmıştır. Üretilen kompozitlerde  $Al_2O_3$  takviye elemanı

oranları ağırlıkça %5, 10 ve 15 olarak seçilmiştir. Toz metalürjisi yöntemi ile üretilen metal tozları 450 dev/dak hızla bilyeli dikey değirmende 1,5 ve 3,5 saat sürelerde karıştırarak hazırlamıştır. Mekanik alaşımlama sonrası Al- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozlar 650 MPa basınç altında preslenerek ø10x15mm boyutlarında blok numuneler üretmiştir. Ürettiği blok numuneler 600°C'de 2 saat argon atmosferi altında sinterlemiştir. Kompozit numunelerin mikroyapı incelemeleri optik mikroskop aracılığı ile yapılmış ve matris içindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> parçacıklarının dağılımı belirlemiştir. Üretimi gerçekleştirilen Kompozitler; yoğunluk, porozite ve sertlik ölçümlerine tabi tutmuştur. Bunun yanında üretilen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> takviyeli kompozitlerin kuru sürtünme aşınma testleri pin-on-disk cihazında değişik yüklem şartlarında yapmıştır. Aşınmış yüzeyler, taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile incelenmiş ve noktasal analizlerini (EDAX) yapmıştır.

Yaptığı deneylerde, MMK'de seramiğin tane boyutu küçüldükçe sertlik değerlerinin azaldığı, ağırlık kaybının arttığını gözlemlemiştir. Fakat takviye oranını arttırdığı da sertlik değerleri artmış ağırlık kaybı azalmıştır. Yoğunluk, parçacık içeriğinin artmasıyla ve parçacık boyutunun artmasıyla artmıştır. Fakat az miktarda da porozite oluştuğunu gözlemlemiştir. Buna ilaveten, SEM mikroskopu ile aşınmış yüzeylerin incelenmesi sonucu, matris malzemesinde oksidasyon ve kısmi kopmalar baskın iken MMK'lerde plastik deformasyonun baskın olduğu gözlemlemiştir. Ayrıca MMK'lerde parçacık boyutu küçüldükçe plastik deformasyonun arttığı ve takviye oranı arttıkça düzleşmenin çok az değiştiği gözlemiştir [10]. Bu çalışmada, NbC takviyeli AA7075 matrisli kompozit numuneler toz metalürjisi yöntemiyle istenilen bileşimlerde üretilmişlerdir. Farklı oranlarda katılan NbC miktarının ve sinterleme sıcaklığının mikroyapı ve mekanik özelliklere etkisi araştırılmıştır.

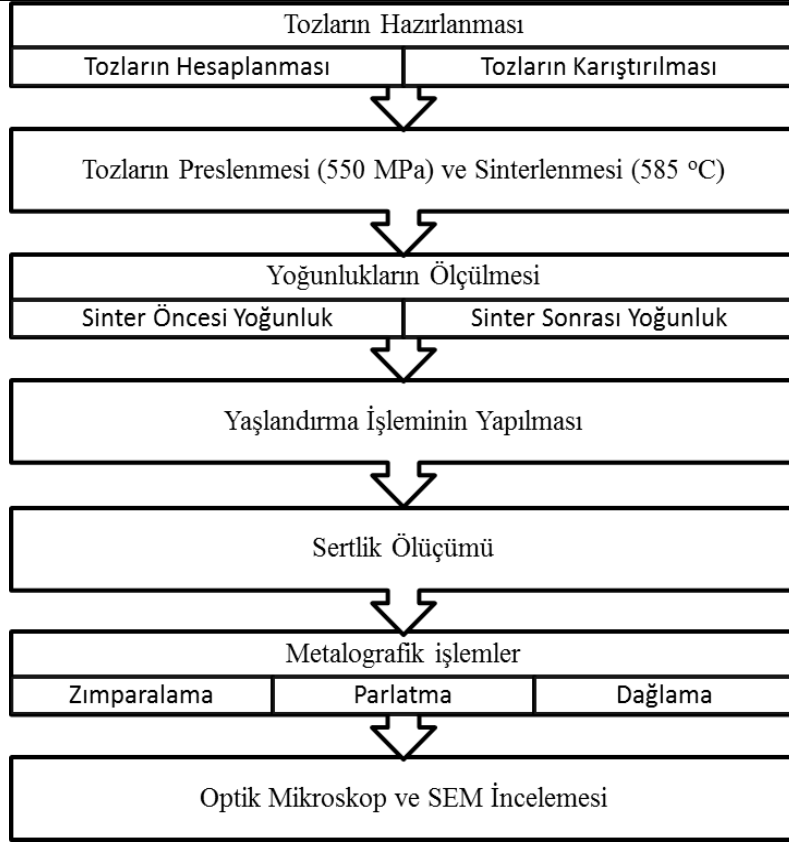
## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Alüminyum kompozitler üzerinde özellikle otomotiv, inşaat ve havacılık endüstrisindeki uygulamalarda yapılan çalışmalar yeni olmakla birlikte artmaya başlamıştır. Alüminyum kullanım alanları genişletmek için alüminyum matrisinin içine bir takım takviye elemanları katılmaktadır. Bu takviye elemanlarından biri olan NbC yüksek sıcaklıklara dayanabilen bir refrakter malzemedir. Alüminyum matrisine T/M yöntemiyle NbC takviye ederek ergime derecesi daha yüksek kompozit malzeme üretimi gerçekleştirerek ülke ekonomisinin büyük pay sahibi olan inşaat ve otomotiv sektöründe kullanılması hedeflenmektedir. Dünyada gelişmiş olan birçok ülkenin bu denli ar-ge çalışmalarına oldukça önem verildiği gözlemlenmiştir. Gelişmekte olan ülkemizde bu çalışmalara artık önem verilmiş ve ülkemizin gelecekte ar-ge çalışmalarında dışa bağımlılıktan kendini soyutlamış olması gerekmektedir. Bu çalışma ile ar-ge çalışmalarına katkı sağlamış olacaktır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Deneysel çalışmada izlenen akış şeması Şekil 1'de görülmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi deneysel çalışmalar tozların temini, istenilen kimyasal bileşimlerde karıştırılması, preslenmesi, sinterlenmesi, sertlik testinin yapılması, yaşlandırma işleminin yapılması ve mikroyapısal analiz aşamalarını kapsamaktadır. Sinterleme işlemi alaşımsız ve NbC takviyeli AA7075 matrisli kompozit numuneler için 585°C'de gerçekleştirilmiştir. Alaşımsız NbC ilave edilmeyen AA7075 numuneler 485°C'de 2 saat solüsyona alınıp 110-120 ve 130°C'de 15, 20, 25 ve 30 saat yaşlandırma işlemi uygulanmıştır.





Şekil 1. Deneysel çalışma akış şeması  
(Figure 1. Experimental study flowchart)

Test numunesi elde etmek için Tablo 1'de verilen gerekli toz karışımları 0,0001 hassasiyetli RADWAG AS-60-220 C/2 marka hassas terazi ile tartılmış ve turbula marka üç eksenli karıştırıcı ile bir saat süreyle bilyesiz olarak karıştırılmıştır. Karıştırılan tozlar, ASTM (E 8M) toz metal malzeme standartlarına uygun çekme numunesi şeklindeki kalıpta 550 MPa presleme basıncında sıkıştırılarak blok haline getirilmiştir. Blok haline getirilen Al matrisli NbC takviyeli numuneler 585°C sıcaklıkta 1 saat süreyle Aron gazı atmosferi altında sinterlenmiştir. Değişen miktarda NbC ile elde edilen kompozit malzemelerin mikroyapı ve mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Numuneler, 480°C'de PROTHERM marka fırında 2 saat bekletilerek solüsyona alma işlemine tabi tutulmuştur. Numuneler 2 saatin sonunda fırından alınarak bekletilmeden suda soğutulmuştur. Solüsyona alma ısıl işleminden sonra farklı sürelerde yaşlandırılacak olan numuneler 110°C, 120°C ve 130°C'de 15, 20, 25 ve 30 saat ısıl işlem fırınında bekletilerek yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Fırından çıkarılan numuneler suda soğutulmuştur. Her bir şart için 2'şer numune kullanılmıştır. Çizelge 1'de yaşlandırma ısıl işlem parametreleri verilmektedir.

Çizelge 1. Yaşlandırma ısıl işlem parametreleri  
(Table 1. Parameters for aging heat treatment)

Malzeme	Solüsyona Alma Sıcaklığı (°C)	Su Verme Sıcaklığı (°C)	Yaşlandırma Sıcaklıkları (°C)	Yaşlandırma Süreleri (Saat)
AA7075	485	20	110	15
			120	20
			130	25
				30

Mikroyapı incelemeleri X50-X1000 büyütme kapasiteli Nikon Epiphot 200 marka optik mikroskop ile gerçekleştirilmiştir. Her numunenin değişik bölgelerinden farklı büyüklüklerde görüntüler alınarak bu görüntülerin bütün mikroyapıyı temsil edebilir nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Numunelerin yüzeyleri PRESIME CAPOLP262 model cihaz ile 1200 meshe kadar zımparalanmış ve ardından hazır hale getirilmiştir. Yüzeyleri hazırlanan numunelerin her bir numuneden ölçülen 5 adet sertlik ölçümünün ortalaması alınarak, mikrosertlik değeri belirlenmiştir. Mikrosertlik ölçümleri SHIMADZU marka sertlik ölçme cihazında HV 0,2 (200gr) yük uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Metalografik incelemeler için parlatılan ve dağlamaya hazır hale getirilen numuneler için etanol içerisine 2ml. HF+3ml., HCL+5ml., HNO<sub>3</sub> ve 190 ml. H<sub>2</sub>O karıştırılarak elde edilen keller solüsyonu hazırlanmıştır. Dağlama işlemi numunelerin keller solüsyonu içerisine daldırılarak 8-10 sn bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Dağlama işlemi tamamlandıktan sonra dağlanan yüzeyler metanol ile temizlenip kurutulduktan sonra optik mikroskopta incelemeye hazır hale getirilmiştir. Numunelerin yoğunluk ölçümleri RADWAG AS-60-220 C/2 marka hassas terazide RADWAG AS yoğunluk ölçüm kiti ile Archimets prensibine göre yapılmıştır.

#### 4.DENEY SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

##### 4.1. Sertlik Ölçümleri (Hardness Measurements)

Farklı oranlarda NbC ilave edilerek üretilen kompozitlerin sertlik değişimi Çizelge 2'de verilmiştir. 110-120°C ve 130°C'de 15, 20, 25 ve 30 saat yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş saf AA7075 alaşımının sertlik değerleri ise Çizelge 3 ve Şekil 2-3 ve 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Farklı oranlarda NbC ilave edilerek üretilen kompozitlerin sertlik değişimi

(Table 2. Hardness change of composite produced by adding NBC at different rates)

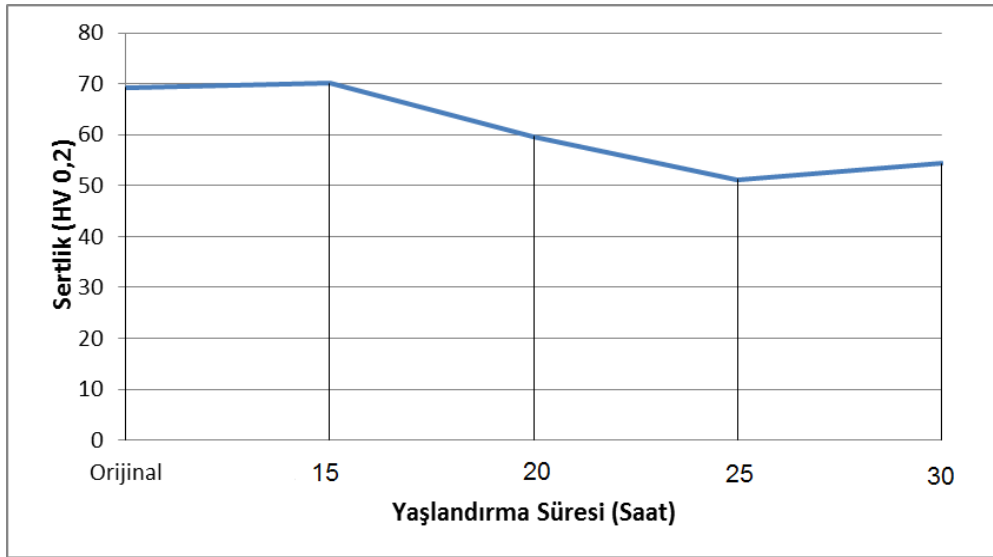
Kimyasal Kompozisyonlar	Mikrosertlik
Saf AA7075	69,3
Al+%1NbC	81,4
Al+%3NbC	84,6
Al + %5NbC	89,2

Çizelge 2'de verilen sertlik değerleri incelendiğinde, AA 7075 alaşımına farklı oranlarda NbC ilave edilen kompozitlerin sertlik değerleri saf AA 7075'e göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Çizelge 1'dende anlaşıldığı üzere alaşım miktarının artması ile sertlik değerinde bir artış gözlenmiştir. Örneğin saf AA7075 numunenin sertliği 69,3 HV iken sırasıyla %1-3 ve%5 NbC ilave edilen numunelerin sertliği 81,4-84,6 ve 89,2 HV olmuştur. Benzer sonuçlar Erden vd.

yaptığı çalışmalarda da gözlenmiştir. Erden vd. çalışmalarında TM yöntemiyle Tive V mikroalaşımli çelik üretmişlerdir. Sinterleme işlemini 1150°C'de 60 dakika bekleterek gerçekleştirmiş olup V oranı (%0,1-%0,2) yükseldikçe akma ve çekme dayanımında bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumu sinterleme sırasında ve sinterleme sonrası soğuma sırasında TiC(N) ve VC(N) gibi çökeltilerin oluşmasına başlamışlardır [11 ve 12]. 110°C, 120°C ve 130°C'de 15, 20, 25 ve 30 saat yaşlandırma işlemi gerçekleştirilen saf AA7075'in mikrosertlik değerleri Çizelge 3 ve Şekil 2-3 ve Şekil 4'de verilmiştir.

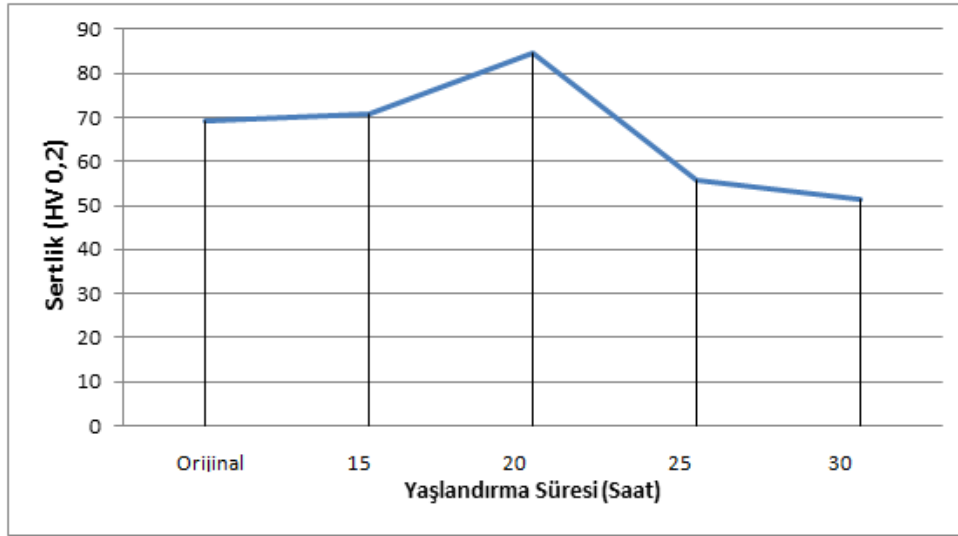
Çizelge 3. Kompozit numunelerin mikrosertlik değerleri  
(Table 3. Hardness values of the composite samples)

Kimyasal Kompozisyonlar	Mikrosertlik (HV)
Yaşlandırılmamış Saf AA7075	69,3
110°C 15 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	70,9
120°C 15 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	70,1
130°C 15 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	56,2
110°C 20 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	59,6
120°C 20 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	84,5
130°C 20 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	70,3
110°C 25 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	51,2
120°C 25 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	55,7
130°C 25 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	50,9
110°C 30 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	54,3
120°C 30 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	51,2
130°C 30 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	50,2

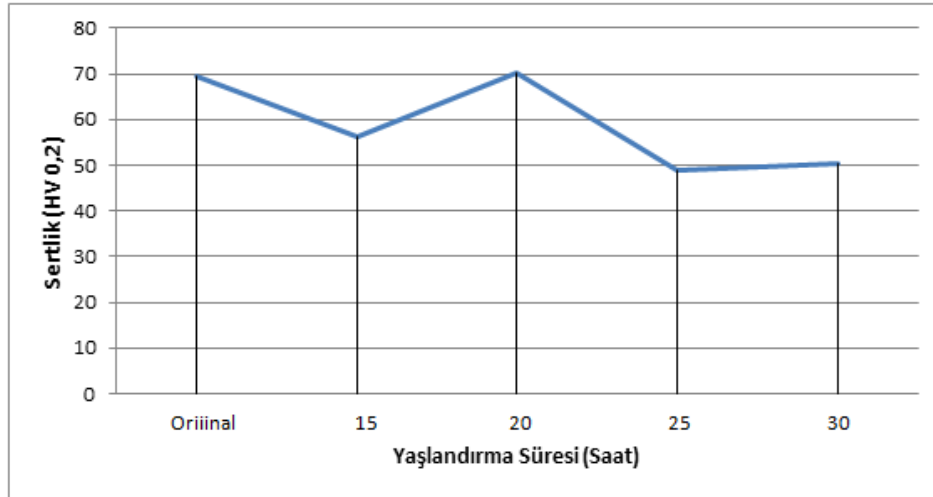


Şekil 2. 110°C'de yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş AA7075'in sertlik değerleri

(Figure 2. Hardness values of AA7075 Which is subjected to aging treatment at 110°C)



Şekil 3. 120°C'de yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş AA7075'in sertlik değerleri  
(Figure 3. Hardness values of AA7075 Which is subjected to aging treatment at 120°C)



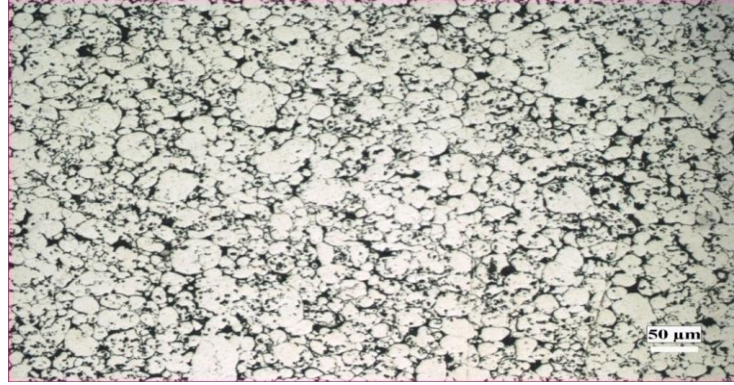
Şekil 4. 130°C'de yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş AA7075'in sertlik değerleri  
(Figure 4. Hardness values of AA7075 Which is subjected to aging treatment at 130°C)

Buna göre en yüksek sertlik değerleri 110°C'de 15 saat, 120°C'de 20 saat ve 130°C'de 20 saat yaşlanma süresinde tespit edilmiştir. İdeal yaşlandırma sıcaklığı ve süresi olarak 120°C'de 20 saat olarak tespit edilmiştir.

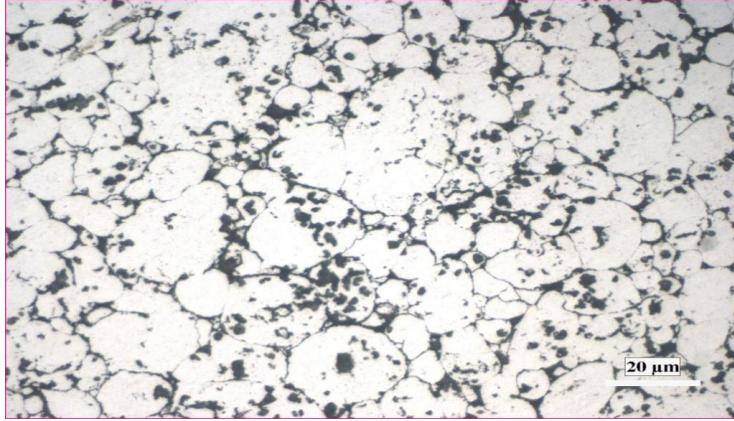
#### 4.2. Mikroyapı İncelemeleri (Microstructure Review)

Alaşım elementi içermeyen saf AA 7075, %1 NbC- %3 NbC ve %5 NbC ilave edilen AA7075 alaşımlar ve yaşlandırma işlemi sonrasındaki saf AA 7075, 110°C'de 15 saat, 120°C'de 20 saat ve 130°C'de 20 saat yaşlandırılmış AA7075, alaşımların mikroyapı resimleri Şekil 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve Şekil 11'de gösterilmektedir. Şekil 9, 10 ve 11'deki mikroyapı resimlerinde görüldüğü gibi NbC miktarı arttıkça tane boyutunun giderek küçüldüğü anlaşılmaktadır. Örneğin Alaşım elementi

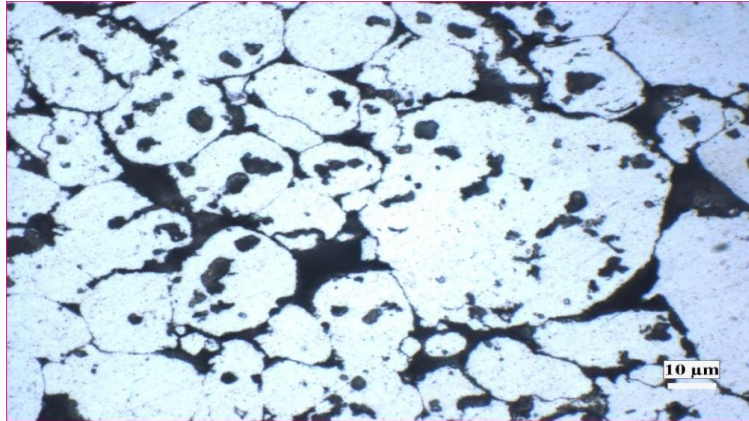
içermeyen saf AA 7075'nin ortalama tane boyutu  $32,7\mu\text{m}$  iken NbC miktarının ağırlık olarak %1, %3 ve %5'e çıkması ile tane boyutu sırasıyla 28,3- 25.5 ve  $23,1\mu\text{m}$ 'ye düştüğü anlaşılmıştır.



a)

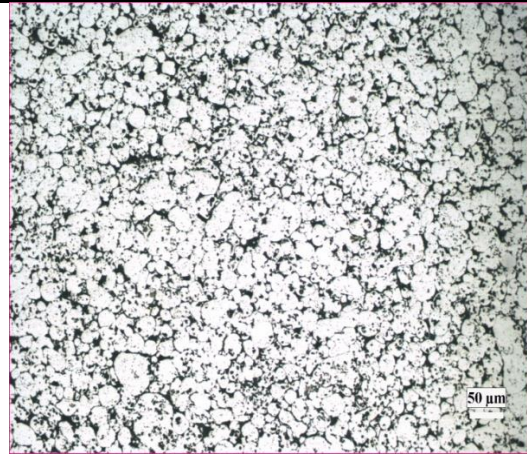


b)

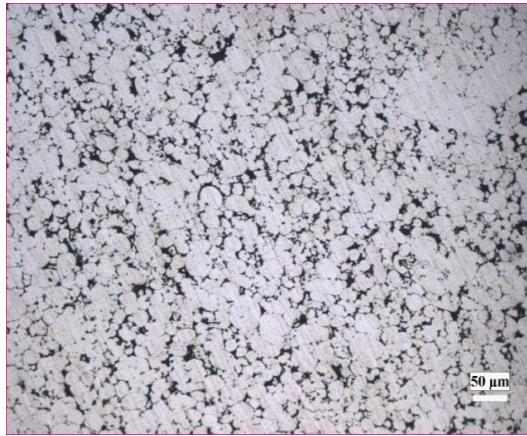


c)

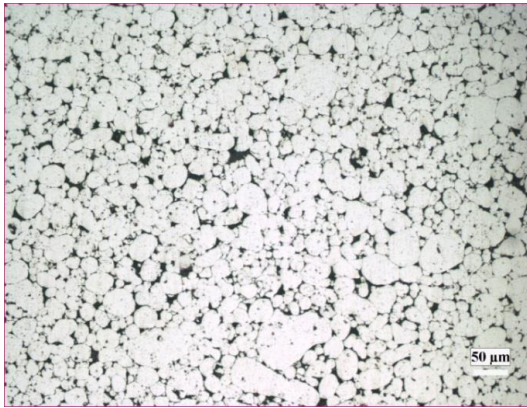
Şekil 5. NbC İçermeyen Saf AA 7075 alaşımının farklı büyütmelelerde mikroyapı resimleri; a) 200X Büyütme, b) 500X Büyütme c) 1000X Büyütme (Figure 5. Microstructure pictures at different magnifications of Pure (AA7075 NBC-free; a) 200X magnification, b) 500X magnification c) 1000X magnification))



a)

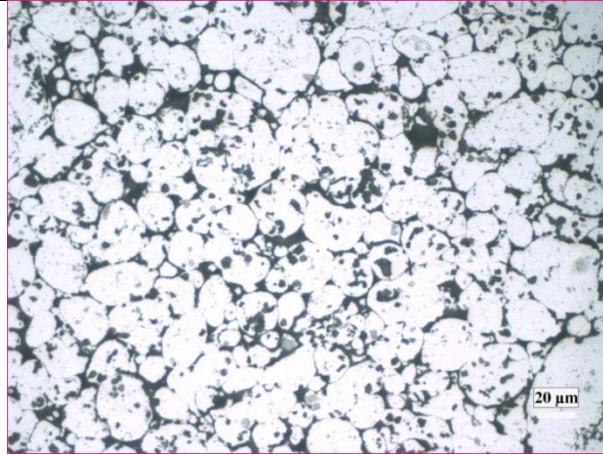


b)

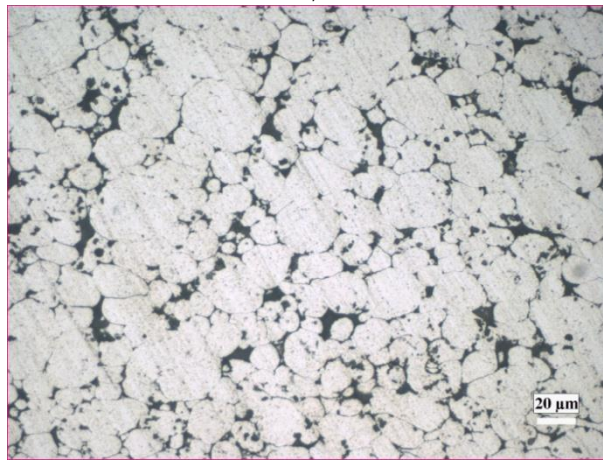


c)

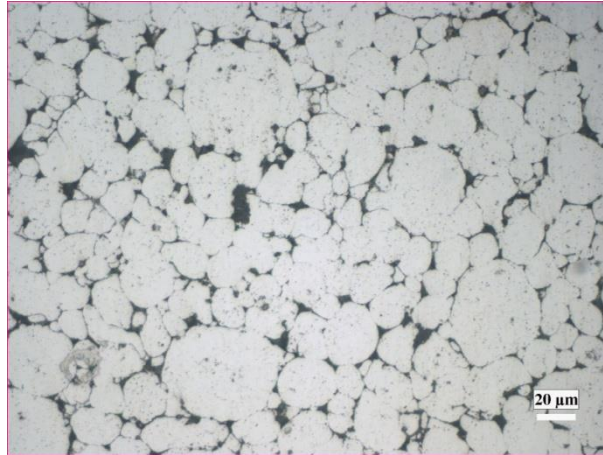
Şekil 6. Alaşım elementi içermeyen AA7075'in yaşlandırma sonrası 200X'teki mikroyapı görüntüleri. a) 110°C 15 saat yaşlandırılmış, b) 120°C 20 saat yaşlandırılmış ve c) 130°C 20 saat yaşlandırılmış  
(Figure 6. Microstructure pictures at 200X magnification magnifications of Pure AA7075 NBC-free; a) Aged 110 ° C for 15 hours, b) Aged 120°C for 20 hours, and c) Aged 130 ° C for 20 hours)



a)

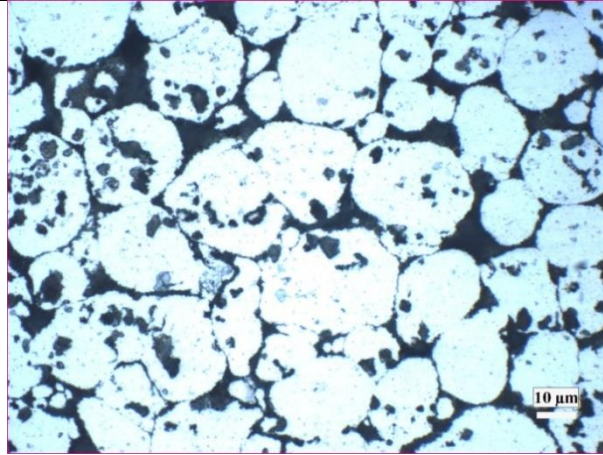


b)

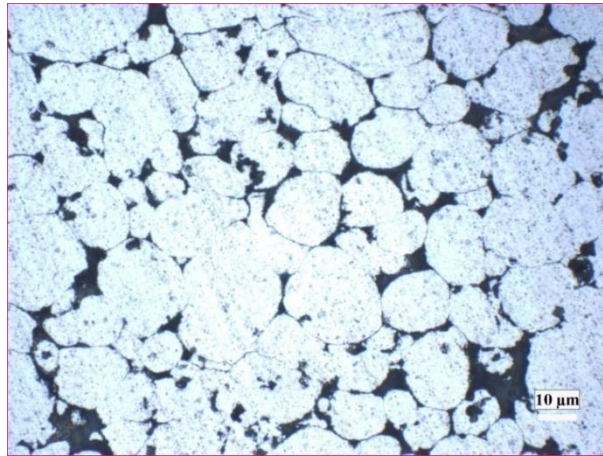


c)

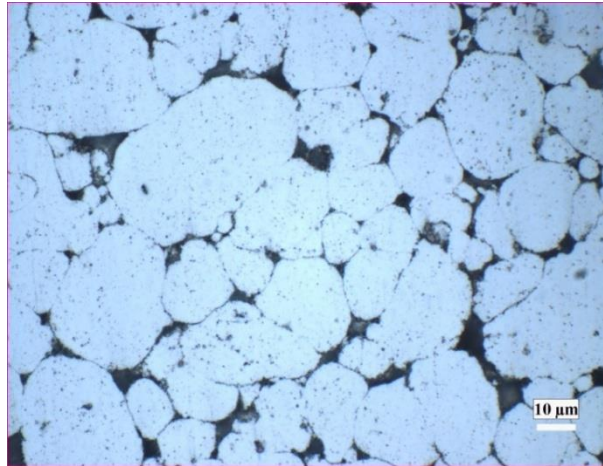
Şekil 7. Alaşım elementi içermeyen AA7075'in yaşlandırma sonrası 500X'teki mikroyapı görüntüleri. a) 110°C 15 saat yaşlandırılmış b) 120°C 20 saat yaşlandırılmış c) 130°C 20 saat yaşlandırılmış  
(Figure 7. Microstructure pictures at 500X magnification magnifications of Pure AA7075 NBC-free; a) Aged 110°C for 15 hours, b) Aged 120°C for 20 hours, and c) Aged 130°C for 20 hours)



a)



b)



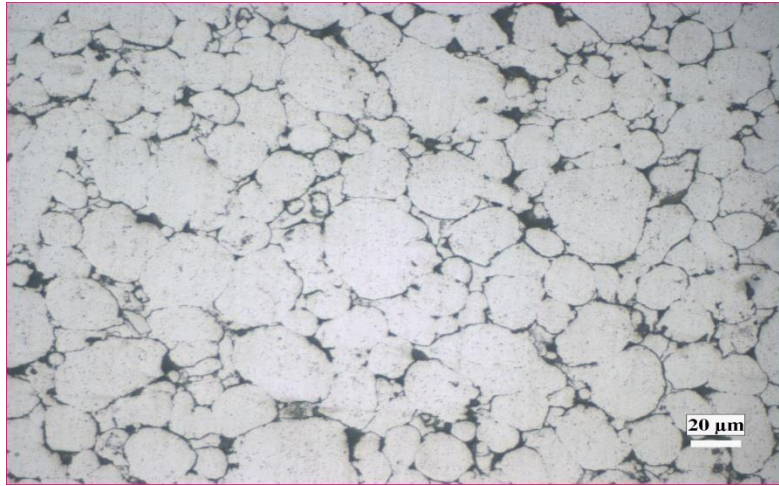
c)

Şekil 8. Alaşım elementi içermeyen AA7075'in yaşlandırma sonrası 1000X'teki mikroyapı görüntüleri. a) 110°C 15 saat yaşlandırılmış b) 120°C 20 saat yaşlandırılmış c) 130°C 20 saat yaşlandırılmış  
(Figure 8. Microstructure pictures at 1000X magnification magnifications of Pure AA7075 NBC-free; a) Aged 110°C for 15 hours, b) Aged 120°C for 20 hours, and c) Aged 130°C for 20 hours)

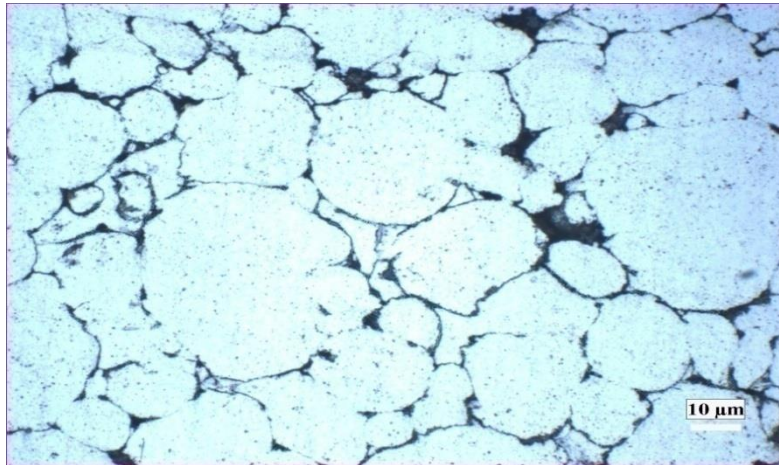




a)

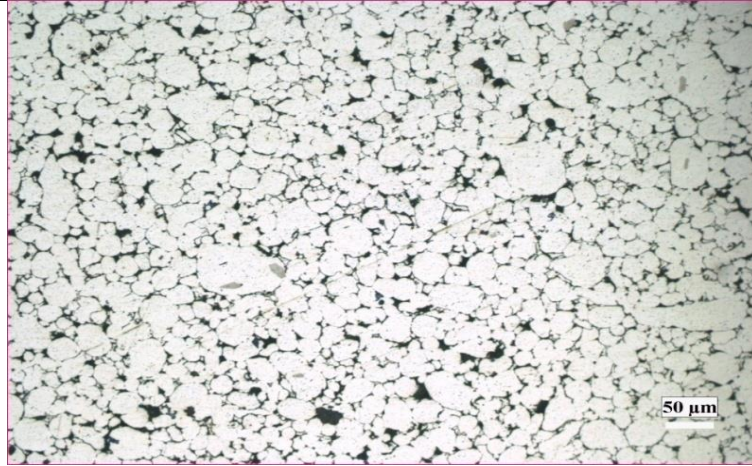


b)

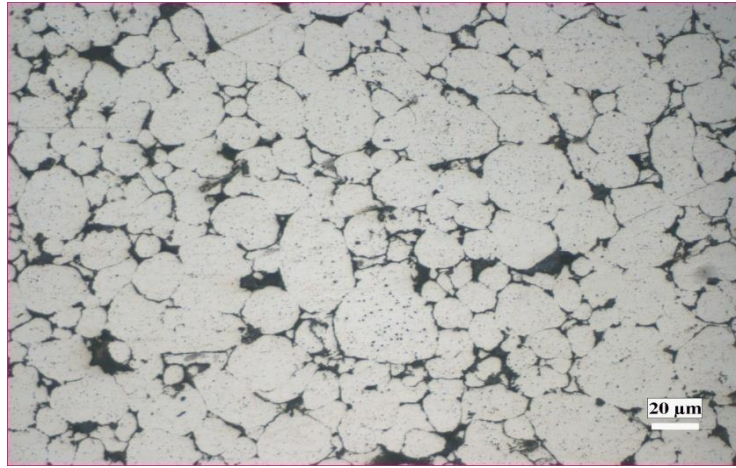


c)

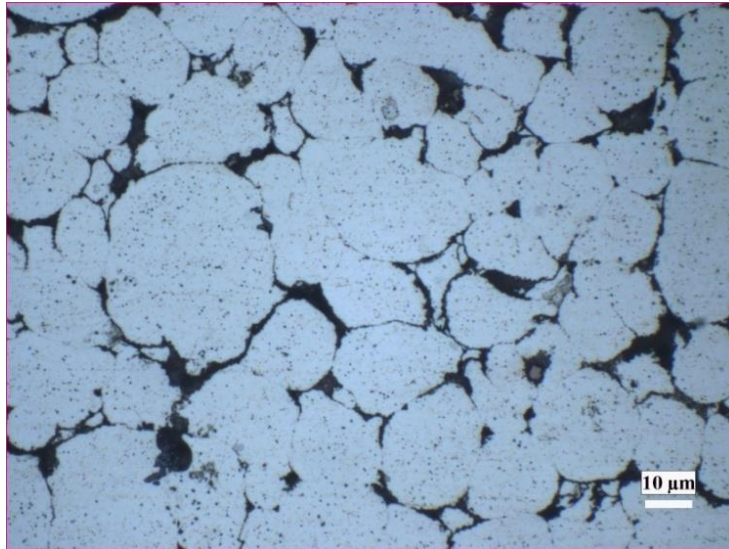
Şekil 9. %1 NbC içeren AA7075'in mikroyapı incelemeleri. a) X200 büyütme, b) 500X büyütme c) 1000X büyütme  
(Figure 9. The microstructure investigation of involving NbC %1 and AA7075. a) X200 magnification, b) 500X magnification c) 1000X magnification)



a)

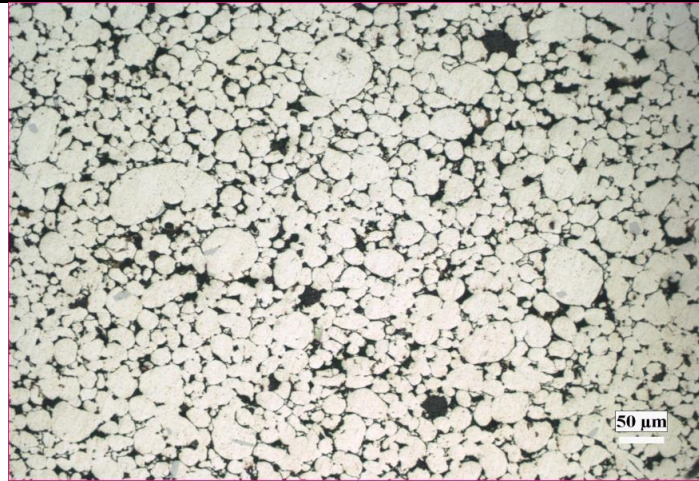


b)

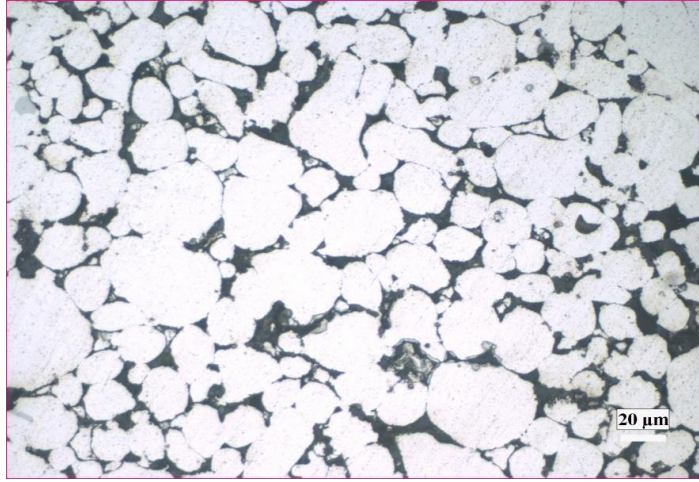


c)

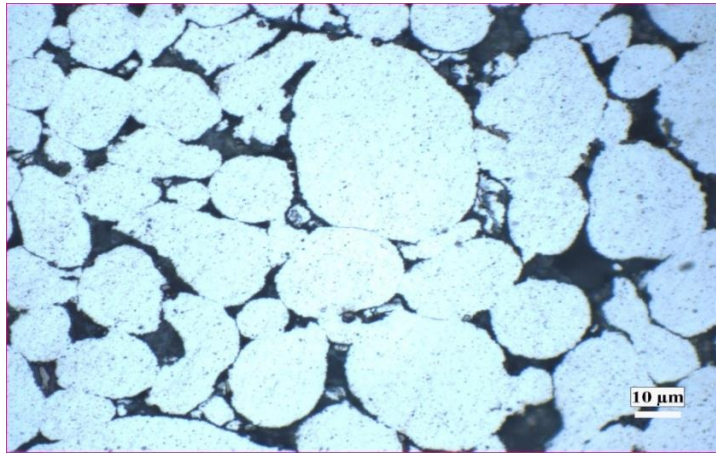
Şekil 10. %3 NbC içeren AA7075'in mikroyapı incelemeleri. a) 200X büyütme ve b) 500X büyütme c) 1000X büyütme  
(Figure 10. The microstructure investigation of involving NbC %3 and AA7075. a) X200 magnification, b) 500X magnification c) 1000X magnification)



a)



b)



c)

Şekil 11. %5 NbC içeren AA7075'in mikroyapı incelemeleri. a) 200X büyütme ve b) 500X büyütme c) 1000X büyütme

Figure 11. The microstructure investigation of involving NbC %5 and AA7075. a) X200 magnification, b) 500X magnification c) 1000X magnification

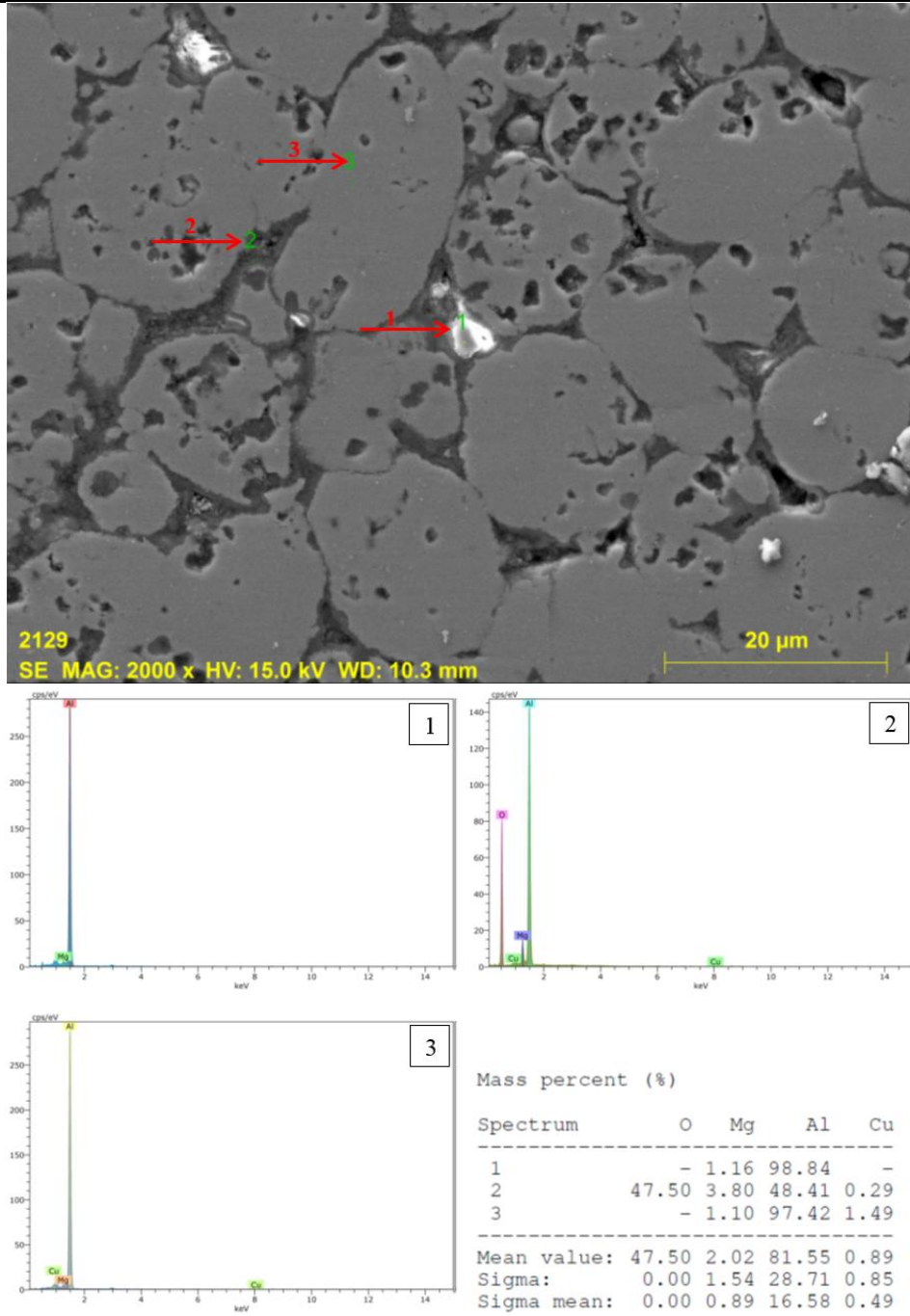
Tablo 2. Kompozit numunelerin yoğunluk, % gözeneklilik ve ortalama tane boyutu değerleri  
(Table 2. Values that density, porosity % and average particle size of composite sample)

Kimyasal Kompozisyonlar	Teorik yoğunluk	Sinter öncesi yoğunluk	Sinter sonrası yoğunluk	% Sinter Öncesi Yoğunluk	% Sinter Sonrası Yoğunluk	% Gözenek Miktarı	Ort. Tane Boyutu
Saf AA7075	2,8	2,422	2,4713	86,5	88,3	11,7	32,7
Al+%1 NbC	2,749	2,5153	2,5523	91,5	92,8	7,2	28,3
Al+%3 NbC	2,847	2,5679	2,6058	90,2	91,5	7,5	25,5
Al + %5 NbC	2,945	2,5886	2,6267	87,9	89,2	10,8	23,1
110°C 15 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	2,8	2,5704	2,6067	91,8	93,1	6,9	19,8
120°C 20 Saat Yaşlandırılmış Saf AA7075	2,8	2,5816	2,6168	92,2	93,5	6,5	20,07
130°C 20 Saat Saf AA7075	2,8	2,5424	2,5782	90,8	92,1	7,9	21,47

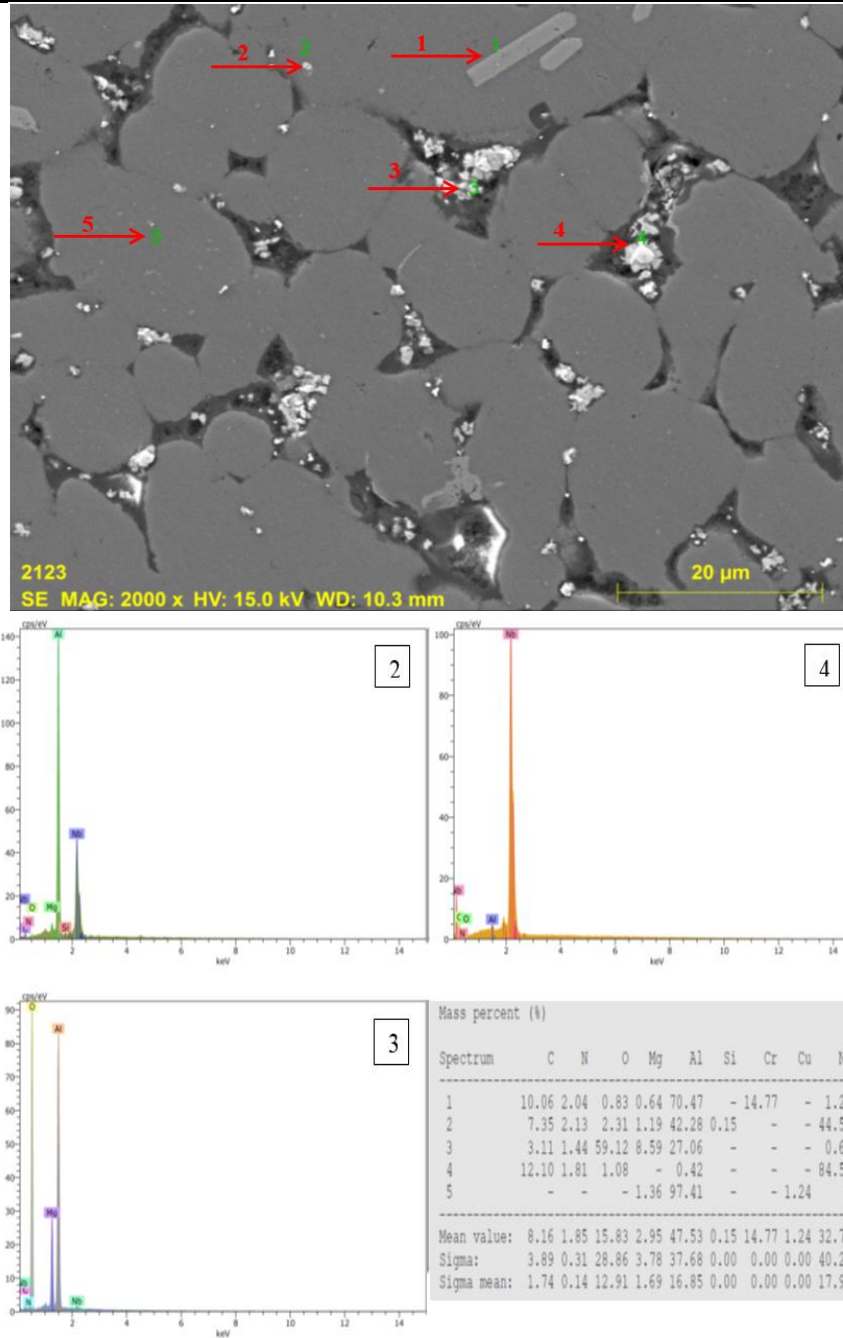
Tablo 2’de teorik, sinter öncesi ve sinter sonrası yoğunluk, gözeneklilik değerleri ve ortalama tane boyutu verilmiştir. Buna göre yaşlandırma işlemi yapıldığında % yoğunlukta artış ve % gözeneklilik miktarında bir düşüş gözlenmiştir. Ayrıca Al içerisindeki NbC miktarı arttıkça tane boyutunun giderek azaldığı tespit edilmiştir. Yaşlandırılmış saf AA 7075 numuneler yaşlandırma işlemi yapılmayan saf AA 7075 numunelere göre ortalama tane boyutunun küçüldüğü gözlenmiştir. Örneğin; yaşlandırma işlemi yapılmayan saf AA 7075 malzemenin ortalama tane boyutu 32,7 µm iken 120°C’de 20 saat yaşlandırılmış AA 7075’in ortalama tane boyutu 20,07µm’ye düşmüştür. Ancak 130°C’de 20 saat yaşlandırma işlemiyle AA7075’in ortalama tane boyutu 21,47µm’ye çıkmıştır. Sıcaklık yükseldikçe atomların difyuzu arttığı için küçük taneler birleşerek büyüme eğilimindedir. Bu nedenle sıcaklığın artması ile tanelerin büyümesi beklenen bir sonuçtur.

#### 4.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Mikroyapı ve EDS İncelemeleri (Scanning Electron Microscopy (SEM) and EDS Microstructure analysis)

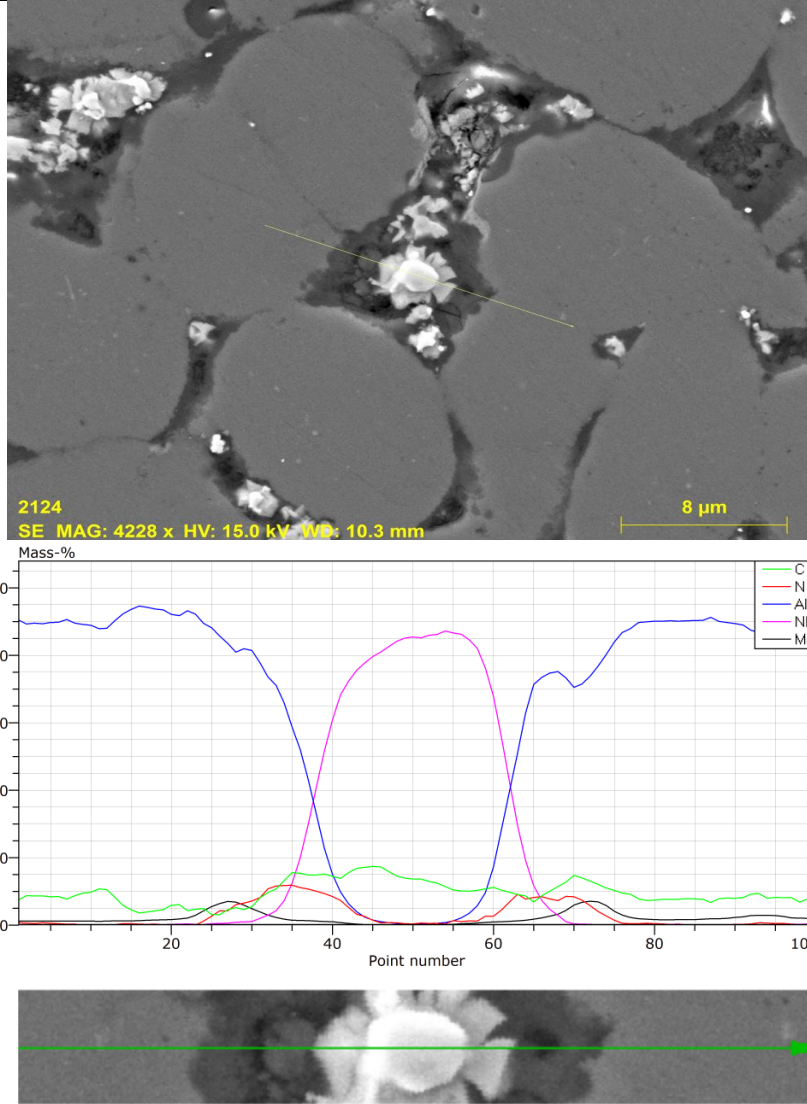
585°C’de sinterlenen NbC takviye edilmemiş Al 7075 numunenin SEM resmi ve nokta EDS sonuçları Şekil 12’de verilmiştir. %5 NbC içeren AA7075 matrisli kompozit numunenin SEM mikroyapı resimleri ve nokta ve çizgi EDS analiz sonuçları Şekil 13 ve Şekil 14’de görülmektedir. Şekil 13 ve Şekil 14’da verilen farklı NbC bileşimine sahip numunelerin SEM görüntüsünde farklı boyutlara sahip çökeltilerin olduğu görülmektedir. Ayrıca nokta ve çizgi EDS analiz sonuçları bu çökeltilerin Nb ve C elementlerini içermesinden dolayı NbC çökeltilerinin olduğunu göstermektedir. Yapılan mikroyapı, SEM ve EDS analiz sonuçlarında niyobyum ve alüminyum elementinin çözelti içinde ve çökelmiş partikül şeklinde bulunduğu tespit edilmiştir. Örneğin % 5 NbC içeren AA7075 matrisli kompozit malzemenin çizgi EDS analizi sonuçlarına bakıldığında matris ve çökeltiyi kesen çizgi boyunca element türü ve miktarında farklılık olduğu görülmektedir. Matris fazının alüminyumca zengin olduğu fakat yuvarlak şeklindeki çökeltinin ise niyobyumca zengin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca matristen gelen analiz çizgisinin çökeltiyi kestiği anda niyobyum miktarında keskin bir artış olmuştur.



Şekil 12. 585°C'de sinterlenen NbC takviye edilmemiş Al 7075 numunenin SEM resmi ve nokta EDS sonuçları  
(Figure 12. SEM image and EDS results of Al 7075 NBC-free samples Which is sintered 585°C)



Şekil 13. 585°C'de sinterlenen % 5 NbC takviyeli Al 7075 matrisli kompozit numunenin SEM resmi ve nokta EDS sonuçları  
(Figure 13. SEM image and EDS results of Al 7075 and % 5 NbC samples Which is sintered 585°C)



Şekil 14. 585°C'de sinterlenen % 5 NbC takviyeli Al matrisli kompozit numunenin SEM resmi ve çizgi EDS sonuçları  
(Figure 14. SEM image and EDS line results of Al matrix and NbC 5% composite sample that is Sintered 585°C)

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Bu deneysel çalışmada AA7075 alaşımına çeşitli oranlarda (%1, %3, %5) ilave edilen NbC tozlarının 550 MPa basınçla preslenerek alüminyum kompozitler üretilmiştir. Ayrıca NbC ilave edilmemiş AA7075 numunelere farklı sıcaklık ve sürelerde yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen kompozitler, saf AA7075 ve yaşlandırılan AA7075 numunelerin sertlik ve mikroyapı incelemeleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Alaşım elementi arttıkça tane boyutunun küçüldüğü ve sertlik değerinin arttığı gözlemlenmiştir. 585°C'de sinterlenmiş 130°C'de yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş TM ile üretilmiş AA7075'in 585°C'de sinterlenmiş 120°C'de yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş TM ile üretilmiş AA7075'e göre daha büyük taneli yapıya sahiptir. Yüksek yaşlandırma sıcaklıklarında atomların difüzyonu arttığı için küçük



taneler birleşerek büyüme eğilimindedir. Bu nedenle sıcaklığın artması ile tanelerin büyümesi beklenen bir sonuçtur. Üretilen numunelerin sinterleme sonrası ortalama yoğunlukları % 91.5 civarında olduğu görülmektedir. Sinterleme sonrası yoğunlaşma bir miktar artış göstermiştir.

#### **TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)**

Karabük Üniversitesi BAP Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Mutlu, İ. (2012). Alüminyum Matrisli Metal Kompozit Malzemelerin Üretilmesi. Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi (TATED) Cilt:4, No:1, ss:31-36.
2. Pul, M., Çalın, R. ve Şeker, U., (2010). İnfiltrasyon Yöntemiyle Üretilmiş Al Matrisli MgO Takviyeli Kompozitlerin İşlenebilirliğinin Asıl Kesme Kuvvetleri Açısından Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi 11-12 Kasım 2010-Balıkesir.
3. Güneş, D., (2010). Al Matrisli SiCp Takviyeli Kompozit ile Ç1030 Çeliğinin Sürtünme Kaynak Yöntemiyle Kaynak Edilebilirliğinin Araştırılması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
4. Çelik, M. ve Türker, M., (2005). Al-Cu Esaslı Tozlardan Toz Metalurjisi Yöntemi ile Malzeme Üretimi ve Yaşlandırma Tavrının İncelenmesi. Politeknik Dergisi, Cilt:8 Sayı:3 ss:275-279.
5. Kılıç, F.E., (2007). Alüminyum Alaşımli SiC Parçacık Takviyeli Kompozitlerin Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretimi ve Aşınma Davranışlarının İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
6. <http://teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/Periyodik/Nb.html>
7. Şahin, İ., (2014). Alüminyum Matrisli Kompozit Malzemelerin Matkap ile Delinmesi Konusunda Yapılan Çalışmaların İncelenmesi. Mühendis ve Makina, cilt:55, sayı:649, s:9-16.
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Niobium\\_carbide](http://en.wikipedia.org/wiki/Niobium_carbide)
9. Orhan, A., Gür, A.K. ve Çalığülü, U., (2007). Al matrisli B4C takviyeli kompozitlerin sıcak presleme yöntemiyle üretimi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8-13.
10. Aktaş H., (2007). Alüminyum matrisli Al2O3 parçacık takviyeli kompozitlerin mekanik alaşımlama yöntemiyle üretim ve kuru aşınma davranışlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Enstitüsü, Ankara, 17-2.
11. Erden, M.A., Gündüz, S., Türkmen, M., and Karabulut, H., (2014). Microstructural characterization and mechanical properties of microalloyed powder metallurgy steels, Materials Science and Engineering: A, Volume 616, 20 October 2014, Pages 201-206.
12. Erden, M.A., Gündüz, S., Karabulut, H., and Türkmen, M., (2016). The Effect of V Addition on the Microstructure and Mechanical Properties of Low Carbon Microalloyed Powder Metallurgy Steels. Materials Testing, 585, pp:433-437, DOI 10.3139/120.110875.





**Ceyhun Köse**

Gaziosmanpaşa University, ceyhun.kose@gop.edu.tr, Tokat-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A8PB>

### 5754 ALÜMİNYUM ALAŞIMININ LAZER KAYNAK KABİLİYETİ

#### ÖZ

Bu çalışmada, 5754 kalite alüminyum alaşımı levhalar mikro skala güç yoğunluklu darbeli akım Nd:YAG lazer kaynak yöntemiyle ilave kaynak teli kullanılarak çift taraflı birleştirilmiştir. Birleştirmelerin mekanik özellikleri çekme, eğme deneyi ve mikrosertlik ölçümü ile, yapısal değişimler optik mikroskop, SEM ve EDS ile, kırılma yüzeyleri ise SEM ile incelenmiştir. Sonuç olarak, kaynaklı bağlantıların statik yükler etkisi altında çekme gerilmesine maruz kalması durumunda yeterli çekme dayanımını gösterebileceği ancak eğilme dayanımlarının nispeten daha zayıf olduğu belirlenmiştir. Kaynaklı birleştirme sonucunda endüstriyel uygulamalar için yeterli mekanik dayanım elde edilmiştir. Dayanım artışına silisyum içerikli ilave tel kullanılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alüminyum Alaşımı, 5754, Nd:YAG Lazer Kaynağı, Mekanik Dayanım, Mikroyapı

### LASER WELDABILITY of 5754 ALUMINUM ALLOY

#### ABSTRACT

In this study, 5754 grade aluminum sheets were joined on both sides by means of pulsed Nd:YAG power intensified micro scale laser welding method by using supplemental welding wire. Mechanical properties of joints were examined by means of tensile and three point bending tests and by microhardness measurement, and their structural changes and fracture surface were examined by means of optical microscope, SEM and EDS. As a result, it was determined that the welded joints could display a sufficient tensile strength when exposed to tensile strain under action of static loads, but their bending strength remained relatively weaker. The mechanical properties of laser welded joints were found acceptable. It is believed that use of siliceous supplemental welding wire was effective in the weld strength improvement.

**Keywords:** Aluminum Alloy, 5754, Nd:YAG Laser Welding, Mechanical Strength, Microstructure

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Alüminyum alaşımları, yüksek dayanımları ve hafif olmaları, yüksek korozyon dirençleri ve düşük sıcaklıklarda iyi sünekliğe sahip olmaları nedeniyle havacılık ve otomobil endüstrisinde kullanılan yapı malzemeleridir [1]. Alüminyum ve alaşımları, Metal Inert Gas (MIG), Tungsten Inert Gas (TIG) kaynak yöntemleri gibi geleneksel ergitme esaslı kaynak yöntemlerinin yanı sıra katı hal kaynak yöntemleriyle de birleştirilebilmektedir. Ancak, hassas ve çok küçük boyutlara sahip parçaların ark kaynak yöntemleriyle birleştirilmeleri sırasında iş parçalarında distorsiyonlar meydana gelir [2]. Ergitme esaslı kaynak yöntemlerinden birisi olan lazer kaynağı, birleştirme ve tamir bakım kaynak uygulamalarının rahatlıkla yapılabilmesine olanak sağlaması nedeniyle endüstride tercih edilen teknolojik bir yöntemdir [3]. Lazer kaynak yöntemi, birçok yönüyle geleneksel kaynak yöntemlerinden ayrılmaktadır. Düşük ısı girdisi, yüksek yoğunlaşma enerjisi, yüksek kaynak hızı, dar kaynak bölgesi, derin nüfuziyet, otomasyona uygunluğu, yüksek üretim hızı, yüksek mekanik dayanım, düşük distorsiyon, ilave tel kullanmadan kaynak yapabilme ve farklı cins malzemelerin birleştirilebilmesine imkan sağlamaktadır [4 ve 11].

Alüminyum ve alaşımlarının lazer kaynak uygulamalarında düşük ısı girdisi sağlaması nedeniyle, kaynak termal çevriminin etkisi küçük bir hacim oranında iş parçasını etkilemekte ve böylelikle aşırı yaşlanma ve tavlanma etkisi çok küçük olmaktadır [12]. Ancak, yüksek lazer gücüyle yani yüksek ısı girdisiyle birleştirme yapılması durumunda kaynak metalinin dayanımını arttıran magnezyum ve çinko element kayıplarına neden olmaktadır. Magnezyum, 5xxx ve 6xxx serisi alüminyum alaşımları için önemli olurken çinko ise 7xxx serisi alüminyum alaşımları için önemli bir elementtir [12]. Alüminyum alaşımlarının kaynağında bazı zorluklarla karşılaşmaktadır; alüminyum alaşımlarının yüksek yansıtma özelliğine sahip olması, alaşım elementi kayıplarının yaşanması, hidrojene ve oksijene meyilli olması (poroziteler ve oksit inklüzyonları oluşumu) ve katılaşma çatlakları (sıcak çatlak) hassasiyeti göstermeleri gibi [13].

Alüminyum alaşımlarının lazer kaynak uygulamalarında karşılaşılan temel sorun ise, bu malzemelerin sahip olduğu yüksek ısı iletkenliğiyle birlikte yüksek yansıtma özellikleri sonucunda, kaynak sürecinde lazer ışın demetine karşı bir plazma ortamının oluşması durumudur. Bu plazma ortamı lazer enerjisinin parça yüzeyine absorpsiyonunu zorlaştırmaktadır [2]. 5xxx serisi alüminyum alaşımları magnezyum içeriğine bağlı olarak yüksek dayanıma sahip, ısıl işlem yoluyla sertleştirilemeyen alaşım türüdür. Bu alaşımlar genellikle sac levha veya plaka şeklinde ve nadiren de olsa ekstrüzyon olarak üretilirler [14]. 5xxx seri alüminyum alaşımları 65°C sıcaklığın üzerine ısıtıldıklarında hassasiyete uğramaktadırlar. Isınma, çalışma sertleşmeli alaşımlarda toparlanma (recovery) ve yenidenkristalleşme oluşumuna neden olmasıyla mekanik özelliklerde zayıflamaya sebep olduğu rapor edilmiştir [12]. Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında uygun ilave kaynak metali kullanımının sıcak çatlak eğilimini azaltabileceği ve mekanik dayanımı iyileştireceği ifade edilmektedir [15]. Alüminyum alaşımlarının kaynağında genellikle argon veya helyum gazları kullanılır. Bu gazların birbirinden farklı fiziksel özellikleri kaynak dikişi kalitesini etkilemektedir. Koruyucu gazın, kaynak işlemi süresince malzeme yüzeyinde plazma tarafından gerçekleştirilen enerji absorpsiyonuna, lazer radyasyon saçılımına ve yüzeye yakın bölgelerdeki sıcaklık gradyanlarına etkisi olması beklenir [16]. Literatürde, 5754 kalite alüminyum alaşımlarının lazer kaynaklı birleştirmelerinin mekanik ve mikroyapı özellikleri üzerine araştırmalar bulunmasına karşın, ısıl işlem yoluyla sertleştirilemeyen 5754 kalite alüminyum alaşımının mikro skala güç yoğunluklu darbeli akım Nd:YAG

lazer kaynak çalışmaları ile ilgili yeterli çalışmaya rastlanılmamaktadır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, 5754 kalite alüminyum alaşımı levhalar darbeli akım Nd:YAG mikro skala lazer kaynak yöntemiyle birleştirilerek bağlantının mekanik ve mikroyapı özellikleri araştırılmıştır.

Bu çalışmada, darbeli akım Nd:YAG mikro skala lazer kaynağıyla birleştirilen 5754 alüminyum alaşımı levhaların kaynak kabiliyeti mekanik testler ve mikroyapı karakterizasyon çalışmalarıyla araştırılmıştır. Nd:YAG mikro skala lazer kaynak yöntemiyle ısıl işlem yoluyla sertleştirilemeyen alüminyum alaşımlarının bu yöntem ve uygun ilave kaynak teli kullanılarak yeterli mekanik dayanıma sahip kaynaklı birleştirmeler elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada, 2 mm kalınlığa sahip 5754 H22 alüminyum alaşımı levha kullanılmıştır. Tablo 1'de çalışmada kullanılan malzemenin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 1. AA 5754 malzemesinin kimyasal bileşimi (%ağırlık)  
(Table 1. Chemical composition of AA 5754)

%Fe	%Si	%Cu	%Mn	%Mg	%Zn	%Ti	%Cr	%Al
0.311	0.22	0.025	0.35	3.2	0.164	0.098	0.25	Kalan

AA 5754 levhalar, 100x300x2mm ölçülerinde hazırlanmış ve yüzeyleri kimyasal çözücülerle temizlendikten sonra Tablo 2'de belirtilen parametrelerle, 150W gücüne sahip Rofin Tool Open marka Pulsed Nd:YAG mikro skala lazer kaynak makinesiyle yatay pozisyonda, sabit hızda ilave kaynak teli kullanılarak, çift taraflı birleştirilmiştir. İlave kaynak telinin kimyasal kompozisyonu Tablo 3'de verilmiştir. Çalışmada, silisyum içerikli ilave tel kullanılmasına bağlı olarak sertliğin ve dayanımın önemli derecede etkilenmesi beklenmektedir.

Tablo 2. Lazer kaynak parametreleri  
(Table 2. Laser welding parameters)

Lazer gücü (W)	Kaynak hızı (mm/s)	Darbe süresi (ms)	Işın çapı (mm)	Koruyucu gaz	Gaz debisi (lt/dk)	Isı girdisi (kJ/mm)
95	3	5	0.7	Ar	12	0.31

Tablo 3. Kaynak ilave telinin kimyasal kompozisyonu  
(Table 3. Chemical composition of filler metal)

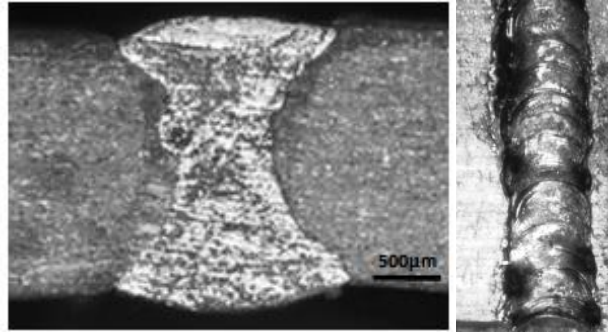
%Fe	%Si	%Cu	%Mn	%Mg	%Zn	%Cr	%Al
0.20	10.5	0.55	0.70	2.50	0.25	0.10	Kalan

Birleştirmelerin mekanik özelliklerini belirleyebilmek için kaynaklı çekme testi numuneleri ISO 4136: 2012 [17], kaynaklı çekme testi numuneleri ISO 6892-1: 2009 [18], eğme testi numuneleri ISO 5173: 2009 standartlarında hazırlanmıştır [19]. Çekme testi ve üç nokta eğme testi Instron 3367 marka çekme test cihazında 2 mm/dk ilerleme hızında gerçekleştirilmiştir. Kaynaklı numuneler %5 HF solüsyonunda 40 saniye dağlandıktan sonra sertlik ölçümleri, LEICA marka VHMT model mikrosertlik cihazıyla, 15 saniye süreyle uca 200g uygulanarak gerçekleştirilmiştir. NIKON SMZ800 marka stereomikroskop vasıtasıyla makroyapı incelemeleri yapılmıştır. Mikroyapı incelemeleri NIKON L150A marka optik mikroskop, JEOL JSM 6060 LV marka taramalı elektron mikroskopu (SEM) ve (EDS) donanımı ile gerçekleştirilmiştir

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

##### 4.1. Makroyapı İncelemesi (Macrostructural Examinations)

Kaynak havuzu biçimi, soğuma oranları, kaynak metali ve ITAB mikroyapısı kaynak işlemi sırasındaki ısı girdisiyle ilişkilidir [20]. Isı girdisine bağlı olarak oluşan soğuma oranı tane boyutunu ve yapısal dönüşümü etkiler. Çalışmada, lazer kaynak parametreleri ve ilave tel besleme bağıntılı yeterli dolgu oranı ve tam nüfuziyetli kaynak dikişi elde edildiği açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 1). Çalışmada, kaynaklı birleştirmede gözenek oluşumuna rastlanmamıştır (Şekil 1 ve Şekil 2). Literatürde, lazer kaynak işlemi süresince yüksek soğuma rejimiyle ilişkili hidrojen kaynaklı makro ve mikro gözenek oluşumları meydana gelebileceği ifade edilmektedir [21 ve 22].

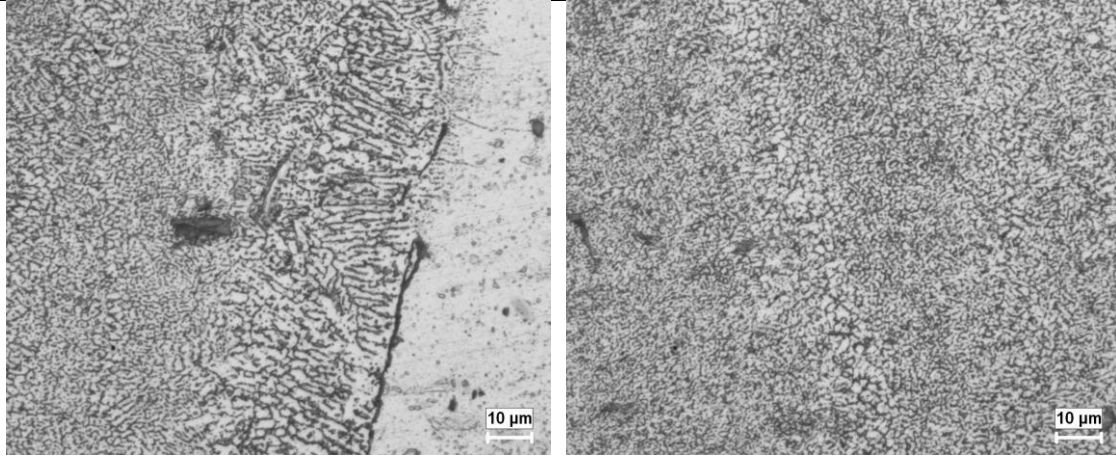


Şekil 1. Lazer kaynaklı numunenin kaynak dikişi profili  
(Figure 1. Weld bead profile of the laser welded joint)

Kaynak işleminde darbeli akım kullanılması nedeniyle katılaşma süreci kontrol altına alınarak porozite ve katılaşma çatlak oluşumu minimize edilmiştir.

##### 4.2. Mikroyapı İncelemeleri (Microstructural Examinations)

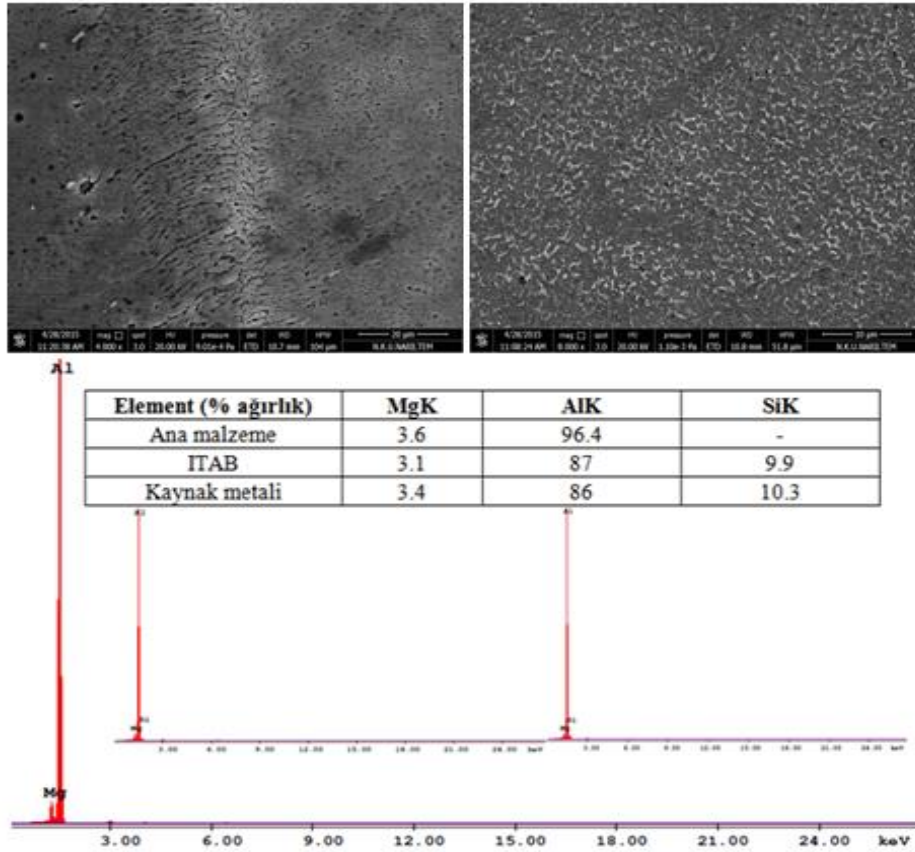
Mikroyapı görüntüleri incelendiğinde, birleştirmenin kaynak metali ve ITAB'daki tane boyutu kaynak termal çevriminden etkilendiği açık şekilde görülebilmektedir (Şekil 2.). Lazer kaynağının karakteristik özelliği olan düşük ısı girdisine bağlı hızlı soğuma sonucunda ve darbeli akım ile birleştirme işlemi nedeniyle numunenin kaynak metali mikroyapısının küçük boyutlu tanelerden meydana geldiği, dar bir ITAB oluşumu gerçekleştiği ve herhangi bir çatlak başlangıcı meydana gelmediği gözlenmiştir (Şekil 2). Lazer kaynak yönteminin karakteristik özelliği olan düşük ısı girdisine bağlı hızlı soğuma nedeniyle dar bir ITAB oluşur. Dar ITAB oluşumu çeliklerde olduğu gibi alüminyum alaşımlarının kaynaklı birleştirmelerinde de dayanımı arttıran faktörlerdendir. Darbeli akım ile lazer kaynaklı birleştirmelerde sürekli kaynak akımı moduyla yapılan birleştirmelere göre düşük ısı girdisi sağlanması nedeniyle daha ince taneli mikroyapı elde edilir [23 ve 24]. ITAB'da ise ısı girdisinin etkisiyle tane boyutunun bir miktar irileştiği gözlenmiştir. ITAB tane yapısının kabalaşması dayanımda bir miktar azalma etkisi oluşturması beklenebilir.



Şekil 2. Kaynaklı numunenin ITAB ve kaynak metali mikroyapı görüntüleri  
(Figure 2. Microstructure images of laser welded sample)

Lazer kaynaklı 5xxx ve 6xxx serisi alüminyum alaşımlarının ITAB morfolojisi ağırlıklıla ince sütunsal dendritlerden oluşurken kaynak metali eşeksenli tanelerden oluştuğu araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir [22]. Eşeksenli mikroyapı, çatlak oluşumunu ve yayılımını azaltması nedeniyle katılma çatlak hassasiyetini azaltarak birleştirmenin dayanımını arttırdığı, ancak sütunsal tane yapısının ise katılma çatlak hassasiyetine neden olduğu bilinmektedir [15 ve 22]. Bu sebeple, sütunsal tane yapısından ziyade eşeksenli tane yapısı oluşumu alüminyum alaşımlarının kaynağında oluşması istenir. Bunu sağlayabilmenin bir yolu ısı girdisinin çok yüksek tutulmamasıdır. Alüminyum alaşımlarının kaynağında sıcak çatlak oluşumu gerilim/gerinim oranı, kaynak hızı, alaşımın kimyasal kompozisyonu, kaynak dikişinin biçimi gibi pekçok faktörden kaynaklanır ve etkilenir [25]. Ayrıca bu alaşımların, düşük kaynak ilerleme hızlarında kaynak metalinde magnezyumun buharlaşması diğer bir ifadeyle magnezyum kaybına sebep olması dayanım azalmasına neden olur [26].

Lazer kaynaklı deney numunelerinin yapılarının ince ve eşeksenli tane morfolojisinde oluşum göstermesi çatlak oluşumuna karşı direnci arttırmıştır. Katılma çatlak oluşumuna karşı bir diğer yolu ergime bölgesinin tane yapısını iyileştirmektir. Kaba sütunsal taneler katılma çatlak oluşumuna ince eşeksenel tanelerden daha hassastır. Çünkü eşeksenel taneler büzülme gerinimlerini kolayca deforme edebilirler [27]. Ancak, çok düşük ısı girdisiyle birleştirilmiş kaynaklı bağlantılarda ince taneli, dendritik morfolojili kaynak mikroyapısı oluşumu gerçekleşmesiyle yüksek çatlak hassasiyeti meydana gelebilir, bu nedenle alüminyum ve alaşımlarının kaynağında uygun kaynak parametreleri seçilmelidir. 5xxx alaşımları yüksek miktarda magnezyum içermesi nedeniyle özellikle katılma çatlak oluşumu göstermesi beklenmez. Ancak, kaynak termal çevrimine bağlı olarak kaynak metalinde kimyasal bileşim değişimlerine neden olması muhtemeldir. Darbeli akım Nd:YAG mikro skala lazer kaynak yöntemi yüksek güç yoğunluğuna sahip olmaması nedeniyle, birleştirilen numunelerde element kayıplarının yaşanması ve çatlak oluşumu beklenmez. Kaynak metali veya ITAB'da lokal segregasyon oluşumlarının yaşanması ve özellikle magnezyum içeriğinde bir miktar azalma nedeniyle çatlak oluşumu meydana gelebilir. Bu çalışmada, lazer kaynaklı numuneye ait noktasal EDS analizinde (Şekil 3) kaynak metali ve ITAB'da magnezyum içeriğinin önemli derecede değişmediği belirlenmiştir.



Şekil 3. Lazer kaynaklı numunenin SEM görüntüleri ve EDS analizi sonuçları  
(Figure 3. EDS analysis results of laser welded sample)

#### 4.3. Çekme Deneyi (Tensile Test)

Çekme deneyi, malzemelerin statik yük altında mekanik özelliklerinin belirlenmesi açısından önemli bir deneydir. Kaynaklı birleştirmelerdeki çekme dayanımı, eğme dayanımı gibi mekanik özellikler kaynak parametrelerindeki değişimlere bağlı olarak kaynak bölgelerindeki sertlik dağılımlarından ve kaynak dikişindeki hatalardan etkilenmektedir [28]. 5xxx serisi alüminyum alaşımlarının lazer kaynaklı birleştirmelerinde mekanik dayanımda azalmaya üç ana faktör rol oynamaktadır: magnezyum element kaybı, gerinim-sertleşmeli yapı kaybı ve porozite oluşumudur [21]. Kaynaklı birleştirmenin mekanik özelliklerini belirlemek için uygulanan çekme testi sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir. Çekme deneyi sonucunda kaynaklı numunelerin her biri kaynak metali veya ITAB'dan koptuğu belirlenmiştir.

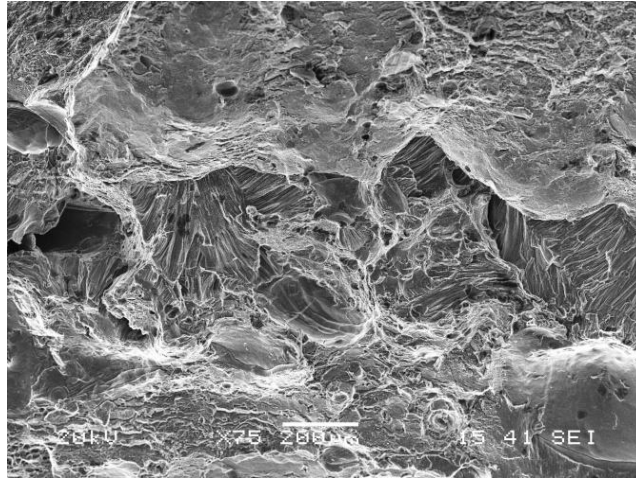
Tablo 3. Çekme deneyi sonucu  
(Table 3. Tensile test results)

Numuneler	Çekme dayanımı (MPa)	Akma dayanımı (MPa)	Uzama (%)
Ana malzeme	215	136	11
Lazer kaynaklı numune	235	164	3.4

Birleştirmelerin çekme ve akma dayanımlarının ana malzemenin çekme dayanımından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan lazer kaynak güçlerinin kaynak edilebilirlik açısından kabul edilebilir olduğuna işaret etmektedir.

Isıl işlem ile sertleştirilemeyen 5xxx gibi alüminyum alaşımlarının kaynaklı birleştirmelerinde, kaynak bölgelerinde ısı girdisinin oluşturacağı etki önemlidir. Bu sonuçların alınmasında düşük ısı girdisi etkisinin yanında kaynak bölgesine verilen ilave tel oranı ve nüfuziyet miktarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Kaynak işleminde ilave tel kullanılmasıyla da underfill (kaynak dikişinde çöküntü) oluşumu engellenerek dayanım artışı desteklenmiştir. Ayrıca, dar kaynak dikişi ve ITAB boyutu oluşması, ince ve eşeksenli taneli kaynak mikroyapı morfolojisi elde edilmesi, yoğun porozite oluşumu meydana gelmemesi dayanımın ana metale göre yüksek çıkmasının asıl sebepleri olarak düşünülmektedir. El-Batahgy ve Kutsuna, lazer kaynak yöntemiyle birleştirilen alüminyum alaşımlarının ana malzemeye göre çekme dayanımlarının yüksek çıkmasına, lazer kaynağıyla çok kısa sürede yüksek soğuma oranı oluşması sonucunda kaynak dikişinde veya ITAB'da hidrojenin difüzyonu gerçekleşmemesine başlamaktadır [29].

Kuo ve Lin ise, yüksek çekme ve akma dayanımı elde edilen numunelerde magnezyum kayıplarının yaşanmamasına atfetmektedir [30]. Lazer kaynaklı numunenin sünekliğinde ise ana malzemeye göre belirgin bir düşüş yaşandığı tespit edilmiştir. Düşük ısı girdisinin etkisiyle kaynak metalinde ince taneli yapının oluşması ana malzemeye göre kaynaklı numunelerin sünekliklerinin düşük çıkmasına neden olmuştur. Ramasamy ve Albright, kaynak hızının artmasıyla tanelerin oryantasyonunun gerçekleşmesiyle süneklikte azalma yaşanabileceğine dikkat çekmektedir [31]. Lokal çatlak oluşumları da sünekliği azaltan faktörlerdendir. Çekme deneyi sonrası kaynaklı numunenin kırılma yüzeyi görüntüleri SEM vasıtasıyla incelenmiştir (Şekil 4).

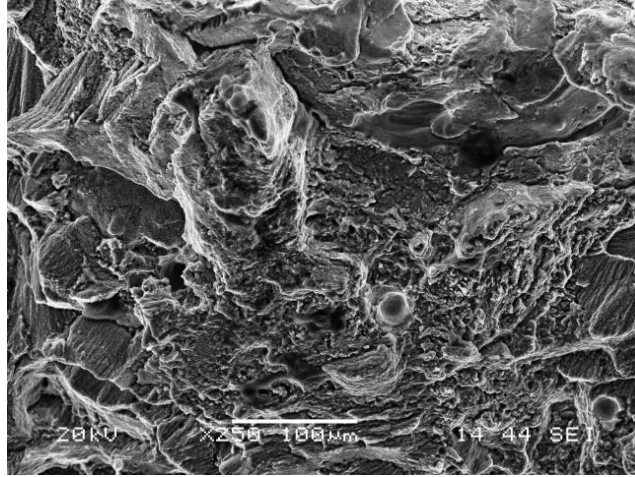


Şekil 4. Çekme deneyi sonrası kırılma yüzeyi SEM görüntüsü  
(Figure 4. Fracture surface of tensile test sample)

Kırılma biçiminin gevrek kırılma modunda gerçekleştiği görülmektedir. Hidrojenin neden olduğu az miktarda ve küçük boyutlarda porozite oluşumları gözlenmiştir. Kaynaklı birleştirmelerde porozitelerin boyutu ve miktarı arttıkça daha az plastik deformasyon oluşumu ve mekanik dayanımda düşüş meydana gelir. Ancak, çalışmada porozite oluşumlarının miktarı ve boyutları sınırlı seviyede gerçekleştiği için mekanik dayanımı olumsuz etkilememiştir. Araştırmacılar, porozite oluşumunu minimize edebilmek için yüksek güç yoğunluklu lazer kaynakları kullanılarak katılaşma zamanının arttırılmasıyla kaynak havuzundan hidrojenin çıkarılmasına izin verilerek gözenek oluşumunun azaltılabileceğini vurgulamaktadır [22].

#### 4.4. Üç Nokta Eğme Deneyi (Three Point Bending Test)

Kaynaklı numunenin şekillendirilebilirliği üç nokta eğme deneyi ile belirlenmiştir. Kaynaklı numunelerde hasar meydana gelene kadar eğme işlemine devam edilmiş ve deney sonucunda numuneler 120°'de kaynak dikişlerinden kırılmıştır. Eğme deneyi sonucundan elde edilen verilere göre darbeli akım mikro skala kaynaklı birleştirmelerin şekillendirebilirliklerinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bu sınırlamalar servis şartlarında gözönünde bulundurulmalıdır. Eğme deneyi sonrasında kırılma yüzeyi görüntüsü SEM vasıtasıyla incelenmiştir (Şekil 5).

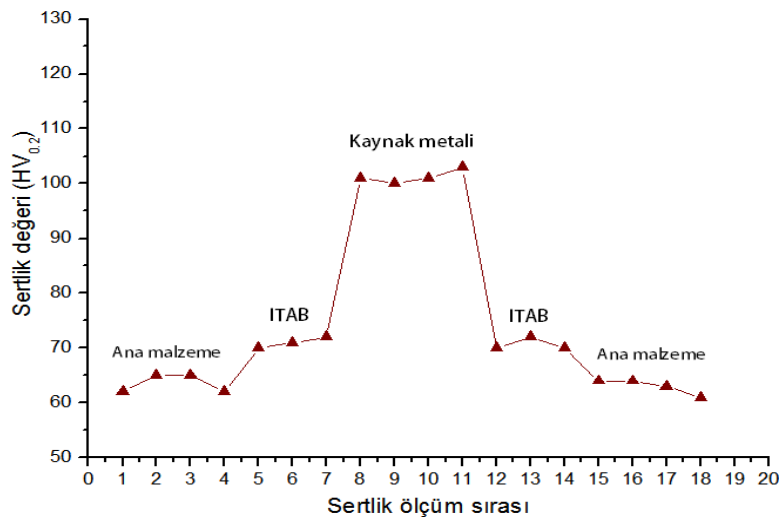


Şekil 5. Eğme deneyi sonrası kırılma yüzeyinin SEM görüntüsü  
(Figure 5. Fracture surface of bending test sample)

Kırılma yüzeyi görüntüsünden az miktarda porozite oluşumları gözlenmiştir. Bu porozite oluşumları kaynaklı bağlantının şekillendirilebilirliğini düşüren ana etken olarak düşünülmektedir.

#### 4.5. Mikrosertlik İncelemeleri (Microhardness Examinations)

Kaynaklı numunenin sertlik dağılımları belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Numunenin sertlik profili  
(Figure 6. Hardness distributions of sample)





Isı girdisinin etkisiyle ana malzeme mikroyapısı ile kaynak bölgeleri arasındaki yapısal farklılıklar sonucunda sertlik profili belirgin bir şekilde salınım göstermiştir. Kaynaklı deney numunesinin ITAB ve kaynak metali sertliği ana metale göre belirgin bir şekilde yüksek bulunmuştur. ITAB ve kaynak metali sertliğinin ana metale göre artışına kaynak işleminde kullanılan silisyum içerikli kaynak ilave teli etkisinin olduğu düşünülmektedir. Silisyum içerikli ilave tel kullanımının sertlik değerini arttıracaklarını, sertlik artışına bağlı olarak da mekanik dayanımda iyileşmeler yaşanacağı ifade edilmektedir [32 ve 33]. Silisyum içerikli kaynak teli kullanımıyla kaynak havuzunun kimyası değişime uğratılır ve aynı zamanda lazer kaynağının sağladığı yüksek soğuma oranıyla birlikte kaynak metalinde sertlik artışı sağlanır [32]. Ayrıca, lazer kaynağı ile birleştirilen numunelerin kaynak metali ve ITAB tane yapısının ana metal tane yapısına göre daha fazla küçülmesi nedeniyle bu bölgelerde sertlik artışı yükselmesi beklenir.

Düşük ısı girdisine bağlı olarak hızlı soğuma ve katılaşma sonucunda kaynak metali yapısının, ITAB ve ana metale göre daha ince tanelerden oluşması sertlik artışına neden olmuştur. ITAB sertliğinin kaynak metaline göre daha düşük çıkmasına ana neden ise ısı girdisinin etkisiyle bu bölgede lokal tavlama etkisi oluşturması rekristalizasyona ve sonrasında tanelerin irileşmesine yol açmasıyla bir miktar sertlik düşüşleri yaşanmıştır. ITAB'da oluşan bu tane irileşmeleri dayanımın azalmasına neden olmaktadır. Genellikle, sertliğin azalmasıyla çekme dayanımı azalır. Sertlik ve mukavemet malzemenin plastik deformasyon direncinin bir göstergesi olarak kabul edilir [34]. Segregasyon oluşumu, magnezyum içeriğinde yaşanabilecek kayıplar kaynaklı bağlantılarda sertlik düşüşlerine neden olacağı da ifade edilmektedir [34]. Ancak bu çalışmada, ITAB ve kaynak metali bölgelerinde önemli miktarlarda magnezyum ve alaşım elementi kayıplarının yaşanmadığı belirlenmiştir.

##### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

- Darbeli akım kullanılması sayesinde kaynak metalinde ince taneli yapı elde edilmiştir, ince taneli mikroyapı mekanik dayanım artışına neden olmuş ve katılaşma çatlak oluşum riskini minimize etmiştir.
- EDS analizleri sonucunda, birleştirmelerde magnezyum element kaybı yaşanmadığı belirlenmiştir, bu sonuç kaynaklı birleştirmenin dayanımını olumlu yönde etkilemiştir.
- Çekme deneyi sonucunda, kaynaklı birleştirmelerin akma ve çekme dayanımları ana malzemedeki yüksek bulunmuştur. Çekme numunelerinin kırılma biçiminin gevrek kırılma modunda gerçekleştiği belirlenmiş ayrıca küçük boyutlarda hidrojenin neden olduğu porozite oluşumları gözlenmiştir.
- Silisyum içerikli ilave kaynak teli kullanımı birleştirmelerin dayanımını arttırıcı ana faktörlerden birisi olmuştur.
- Üç nokta eğme deneyi, birleştirmelerin şekillendirilebilirliğinin sınırlı olduğuna işaret etmektedir.
- Lazer kaynak işleminin çift taraflı ve iki pasoda yapılması nedeniyle kaynak dikişinde pasolararası termal stres oluşumu potansiyelini arttırarak kaynak metalinde lokal çatlak oluşumuna neden olabileceği gözardı edilmemelidir.
- Darbeli akım Nd:YAG mikro skala lazer kaynak yöntemiyle birleştirilen, özellikle ince kalınlığa sahip alüminyum alaşımlarının endüstrinin çeşitli kolları için yeterli mekanik dayanımı gösterebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Yazar, bu çalışmayı baştan sona okuyarak değerli yorumlarını katan Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü değerli öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan Kaçar'a teşekkürlerini sunar. Ayrıca, laboratuvar imkânlarından faydalanılan Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi ve Mühendislik Fakültelerinin Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümüne, Yıldız Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümüne ve Teknisyen Mehmet Çalışkan'a teşekkürlerini sunar.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Toros, S., Ozturk, F., and Kacar, I., (2008). Review of Warm Forming of Aluminum-Magnesium Alloys, *Journal of Materials Processing Technology* Vol:207, pp:1-12.
2. Chang, C.C., Chou, C.P., Hsu, S.N., Hsiung, G.Y., and Chen, H.R., (2010). Effect of Laser Welding on Properties of Dissimilar Joint of Al-Mg-Si and Al-Mn Aluminum Alloys, *J. Mater. Sci. Technol.*, Vol:26, pp:276-282.
3. Sanchez-Amaya, J.M., Delgado, T., Gonzales-Rovira, L., Botana, and F.J., (2009). Laser welding of Aluminium Alloys 5083 and 6082 Under Conduction Regime, *Applied Surface Science*, Vol:255, pp:9512-9521.
4. Köse, C, and Kaçar R., (2014). The Effect of Preheat & Post Weld Heat Treatment on The Laser Weldability of AISI 420 Martensitic Stainless Steel, *Materials & Design*, Vol:64, pp:221-226.
5. Köse, C. and Kaçar R., (2014). Mechanical Properties of Laser Welded 2205 Duplex Stainless Steel, *Materials Testing*, Vol:56, pp:779-785.
6. Köse, C., and Kaçar, R., (2015). Effect of Welding Speed on The Mechanical Properties and Microstructure of Laser Welded AISI 316L Stainless Steel, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, Vol:30, pp:225-235.
7. Köse, C. and Kaçar, R., (2015). An Investigation of CO<sub>2</sub> Laser Beam Welding Method of AISI 420 Martensitic Stainless Steel, *Technological Applied Sciences*, Vol: 10, pp:13-17.
8. Köse, C., Kaçar, R., Zorba, A.P., Bağcırova, M., and Allahverdiyev A.M., (2016). The Effect of CO<sub>2</sub> Laser Beam Welded AISI 316L Austenitic Stainless Steel on the Viability of Fibroblast Cells, *In Vitro, Materials Science and Engineering:C*, Vol:60, pp:211-218.
9. Köse, C., (2016). An Investigation of the Surface Characterization of Laser Surface Remelted and Laser Beam Welded AISI 316L Stainless Steel, *International Journal of Electrochemical Science*, Vol:11, pp:3542-3554.
10. Köse, C., and Kaçar, R., (2016). In Vitro Bioactivity and Corrosion Properties of Laser Beam Welded Medical Grade AISI 316L Stainless Steel in Simulated Body Fluid, *International Journal of Electrochemical Science*, Vol:11, pp:2762-2777.
11. Taskin, M., Caligulu, U., and Turkmen, M., (2011). X-Ray Tests of AISI 430 and 304 Stainless Steels and AISI 1010 Low Carbon Steel Welded by CO<sub>2</sub> Laser Beam Welding, *MP-Materials Testing-Materials and Components Technology and Application*, Vol:53, pp:741-747.
12. Totten, G.E., and MacKenzie, D.S., (2003). *Handbook of Aluminum: Vol:1, Physical Metallurgy and Processes*. Vol:1, CRC Press.
13. Tu, J.F., and Paleocrassas, A.G., (2011). Fatigue Crack Fusion in Thin-Sheet Aluminum Alloys AA7075-T6 Using Low-Speed Fiber Laser Welding, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol:211, pp:95-102.
14. Mandal, N.R., (2001). *Aluminum Welding*. Indian Institute of Technology, Woodhead Publishing, 2001.



15. Cicala, E., Duffet, G., Andrzejewski, H., Grevey, D., and Ignat, S., (2005). Hot Cracking in Al-Mg-Si Alloy Laser Welding-Operating Parameters and Their Effects, *Materials Science and Engineering A*, Vol:395, pp:1-9.
16. Oliveira, A.C., Siqueira, R.H.M., Riva, R., and Lima, M.S.F., (2015). One-Sided Laser Beam Welding of Autogenous T-Joints for 6013-T4 Aluminium Alloy, *Materials and Design*, Vol:65, pp:726-736.
17. ISO 4136: 2012. Destructive tests on welds in metallic materials - - Transverse tensile test.
18. ISO 6892-1: 2009. Metallic materials -- Tensile testing -- Part 1: Method of test at room temperature.
19. ISO 5173: 2009. Destructive tests on welds in metallic materials - - Bend tests.
20. Karunakaran, N., and Balasubramanian V., (2011). Effect of Pulsed Current on Temperature Distribution, Weld Bead Profiles and Characteristics of Gas Tungsten Arc Welded Aluminum Alloy Joints, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, Vol:21, pp:278-286.
21. Casalino, G., Mortello, M., Leo, P., Benyounis, K.Y., and Olabi A.G., (2014). Study on Arc and Laser Powers in the Hybrid Welding of AA5754 Al-Alloy, *Materials and Design*, Vol:61, pp:191-198.
22. Cao, X., Wallece, W., Immarrigeon, J.P., and Poon, C., (2003). Research and Progress in Laser Welding of Wrought Aluminum Alloys. II. Metallurgical Microstructures, Defects, and Mechanical Properties, *Materials and Manufacturing Processes*, Vol:18, pp:23-49.
23. Kumar, A., and Sundarrajan, S., (2009). Optimization of Pulsed TIG Welding Process Parameters on Mechanical Properties of AA 5456 Aluminum Alloy Weldments, *Materials and Design*, Vol:30, pp:1288-1297.
24. Köse, C, and Tatlı, Z., (2015). The Effect of Welding Speed on the Mechanical and Microstructure Properties of Robotic GMAW Welded 5754 Aluminium Alloy, *NWSA-Technological Applied Sciences*, Vol:10, pp:1-12.
25. Kuo, T.Y., and Lin, Y.T., (2006). Effects of Shielding Gas Flow Rate and Power Waveform on Nd:YAG Laser Welding of A5754-O Aluminum Alloy, *Materials Transactions*, Vol:47, pp:1365-1373.
26. Ancona, A., Lugara, P.M., Sorgente, D., and Tricarico L. (2007). Mechanical Characterization of CO<sub>2</sub> Laser Beam Butt Welds of AA5083, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol:191, pp:381-384.
27. Zhang, Y.M., and Zhang, S.B., (1999). Welding Aluminum Alloy 6061 with the Opposing Dual-Torch GTAW Process, *Welding Research Supplement*, Vol:78, pp:202-206.
28. Liu, H.J., Fujii, H., Maeda, M., and Nogi K., (2003). Tensile Properties and Fracture Locations of Friction-Stir-Welded Joints of 2017-T351 Aluminum Alloy, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol:142, pp:692-696.
29. El-Batahgy, A., and Kutsuna, M., (2009). Laser Beam Welding of AA5052, AA5083, and AA6061 Aluminum Alloys. *Advances in Materials Science and Engineering*, Vol 2009, pp:1-9.
30. Kuo, T.Y. and Lin, H.C., (2006). Effects of Pulse Level of Nd-YAG Laser on Tensile Properties and Formability of Laser Weldments in Automotive Aluminum Alloys, *Materials Science and Engineering A*, Vol:416, 281-289.
31. Ramasamy, S., and Albright, C.E., (2001). CO<sub>2</sub> and Nd-YAG Laser Beam Welding of 5754-O Aluminium Alloy for Automotive Applications, *Science and Technology of Welding and Joining*, Vol:6, pp:182-190.



- 
32. Liu, A., Tang, X., and Lu, F., (2013). Study on Welding Process and Prosperities of AA5754 Al-Alloy Welded by Double Pulsed Gas Metal Arc Welding, *Materials and Design*, Vol:50, pp:149-155.
  33. Çam, G, and Koçak, M., (2007). Microstructural and Mechanical Characterization of Electron Beam Welded Al-Alloy 7020, *J Mater Sci*, Vol:42, pp:7154-7161.
  34. Chen, Y.B., Miao, Y.G., Li, L.Q., and Wu, L., (2009). Joint Performance of Laser-TIG Double-Side Welded 5A06 Aluminum Alloy, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, Vol:19, pp:26-31.



**Ali Kaya Gür**

Fırat University, akgur@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Uğur Çaliğülü**

Fırat University, ucaligulu@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Feyzi Ataman Bilen**

Fırat University, fevziatamanbilen@gmail.com, Elazig-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A10PB>

**PTA KAYNAK YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLEN AISI 304/HARDOX 400 ÇELİKLERİNİN  
KAYNAK KABİLİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada; 120 A kaynak gücünde, 0.15 m/sn kaynak hızında ve Argon atmosferi altında birleştirilen AISI 304-AISI 304, Hardox 400-Hardox 400, AISI 304-Hardox 400 çelik çiftlerinin kaynak dikişinin, sıvı penetrant muayenesi, mikroyapı ve mikrosertlik incelemeleri, çekme dayanımları, gerilim giderme tavlama yapılmış ve yapılmamış numuneler birbirleriyle karşılaştırılarak yapılmış olup, incelemeler sonucunda makro veya mikro çatlaklara rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AISI 304, Hardox 400, Plazma Transfer Ark,  
Sıvı Penetrant, Mekanik Özellikler

**THE INVESTIGATION OF WELDING CAPABILITY OF AISI 304/HARDOX 400 STEELS  
WELDED WITH METHOD WELDING PTA**

**ABSTRACT**

In this study, 120 A welding power, 0.15 m/sec. welding speed and argon combined under an atmosphere of AISI 304-AISI 304, Hardox 400-Hardox 400, AISI 304-Hardox 400 steel of weld seams double, liquid penetrant examination, microstructure and microhardness analysis, tensile strength, tension relieving yet been made by comparing the samples with each order, examination result was observed at the macro and micro cracks.

**Keywords:** AISI 304, Hardox 400, Plasma Transfer Arc,  
Liquid Penetrant, Mechanical Properties



### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yıllardır, malzemelerin her türlü çevresel koşullara dayanıklılığını arttırmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Hareket halindeki malzemelerin birbirleriyle sürtünmesi yani Abrasiv aşınma sonucu endüstriyel cihazlarda malzeme kayıplarının başlıca sebebidir [1]. Günümüz piyasasında, İsveç firması olan SSAB tarafından üretilen HARDOX serisi aşınma dayanıklı çelikler, yüksek sertlik, yüksek mukavemet ve üstün tokluğun bir arada sunulması sayesinde HARDOX aşınma levhası, aşınmanın daha önce sorun olduğu uygulamalarda ilk tercih olarak kullanılmaktadır. HARDOX 400 ve HARDOX 450 çok maksatlı aşınma dirençli levhalardır. Yüksek toklukları rahat bükülebilme ve kaynak edilebilmeleri sayesinde, bu levhalar bazı uygulamalarda yük taşıyıcı görevlerde de kullanılabilir. Tüm HARDOX levhalar boyutsal hassasiyetin garantisi olan AccuRoll hassas haddeleme teknolojisi ile üretilmektedir [2 ve 3]. Plazma transfer ark kaynağı (PAK), bir tungsten elektrot ile iş parçası arasında oluşturulan ark ısı ile birleştirildiği gaz korumalı bir ark kaynağı yöntemidir. Oluşturulan ark, bakır alaşımından imal edilmiş bir nozul ile çok yüksek düzeyde yoğunlaştırılarak bir sütun haline getirilmektedir. Plazma, plazma gazının bir kısmının iyonlaştırılması ile oluşturulmaktadır. Birleştirme işlemi, ilave metal kullanarak ya da sadece ana metal ergitilerek yapılabilir. Plazma kaynağında, plazma gazına ek olarak, kaynak banyosunu atmosfere karşı koruyan ikinci bir gaz kullanılır [4 ve 5].

Paslanmaz çelikler; içeriğinde min. %12 Cr bulduran, paslanmazlık özellikli malzemelerdir. Genel anlamda bu malzemeleri incelediğimizde Fe-Cr, Fe-Cr-C ve Fe-Cr-Ni denge sistemlerine sahip olduklarını görülmektedir. Bu çeliklerde yüksek korozyon dayanımını, yüzeye kuvvetle tutunmuş, yoğun, sünek, çok ince ve saydam bir oksit tabakası sağlar. İnce olan bu tabaka sayesinde paslanmaz çelikler kimyasal reaksiyonlara karşı (korozyona karşı) dayanım kazanırlar. Kimyasal bileşimler değiştirilerek paslanmaz çeliklerde farklı özelliklerde alaşımlar elde edilebilir [6 ve 7].

### 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmada; 120A kaynak gücünde, 0.15 m/sn kaynak hızında ve Argon atmosferi altında birleştirilen AISI 304 - AISI 304, Hardox 400 - Hardox 400, AISI 304 - Hardox 400 çelik çiftlerinin kaynak dikişinin, sıvı penetrant muayenesi, mikroyapı ve mikrosertlik incelemeleri, çekme dayanımları, gerilim giderme tavlama yapılmış ve yapılmamış numuneler birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada Tablo 1'de kimyasal analizleri, Tablo 2'de mekanik özellikleri verilen, Hardox 400 çeliği ile AISI 304 östenitik paslanmaz çelik çiftleri ve Hardox 400 - Hardox 400 çelik çiftleri, AISI 304 - AISI 304 çelik çiftleri Plazma Transfer Ark (PTA) kaynak yöntemi ile 120A kaynak gücünde, sabit kaynak hızında (0,15m/sn) ve argon atmosferinde birleştirilmiştir. PTA kaynak parametreleri pilot çalışmalar ve literatür çalışmaları dikkate alınarak seçilmiş olup, parametreler Tablo 3'de verilmiştir. Şekil 1 a'da kullanılan PTA kaynak makinası, b'de PTA kaynak uygulamasının şematik gösterimi, c'de çelik çiftlerinin kaynak sırasındaki resimleri verilmiştir.

Tablo 1. Deneyde kullanılan malzemelerin kimyasal analizi  
(Table 1. The chemical analysis of the materials used in the experiment)

Malzeme	Kimyasal Birleşim (% Oran)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B
Hardox 400	0.32	0.70	1.6	0.025	0.010	1.40	1.50	0.60	0.004
AISI 304	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	18-20	8-10.5	--	--

Tablo 2. Deneyde kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri  
(Table 2. The mechanical properties of materials used in the experiment)

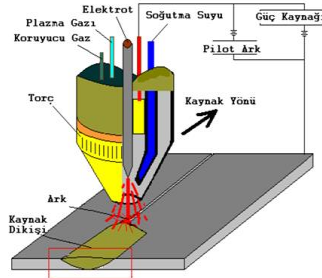
Malzeme	Mekanik Özellikleri				
	Akma Değeri Rp 0.2 MPa	Çekme Gücü Rm MPa	Uzama A%5	Sertlik HB	Darbe Gücü Charpy VJ
Hardox 400	1000	1250	10	400	45 J
AISI 304	205	515	>45	R92-B201	40 J

Tablo 3. PTA kaynağında kullanılan kaynak parametreleri  
(Table 3. Welding parameters were used in the PTA welding)

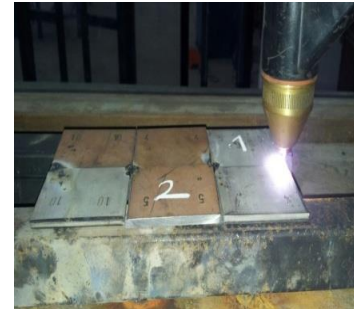
Koruyucu Gaz Debisi (m <sup>3</sup> /h) Ar	30
Plazma Gazı Debisi (m <sup>3</sup> / h) Ar	0,5
Elektrot Çapı (mm)	4,7
Elektrot	% 2 thoryumlu tungsten elektrot
Torç Malzeme Arası Mesafe (mm)	3≈4
Torç Uç Çapı (mm)	3,25
Set-Back (mm)	4



a



b



c

Şekil 11. a) Kullanılan PTA kaynak makinası, b) PTA kaynak uygulamasının şematik gösterimi, c) çelik çiftlerinin kaynak sırasındaki resimleri

(Figure 1. a) Used PTA welding, b) Schematic representation of the P source application, c) images during welding steel double)

MAKINO MGW-R marka tel erozyon tezgâhında, PTA kaynak yöntemi ile birleştirilmiş çelik çiftlerinden bir adet mikrosetlik, bir adet mikroyapı numunesi alınmıştır. Tel erozyonda ve kesim esnasındaki çelik çiftlerinin görünümü Şekil 2’te verilmiştir.



Şekil 22. Tel erezyon tezgahı ve kesim esnasındaki çelik çiftlerinin görünümü

(Figure 2. The appearance of double steel wire EDM machine during cutting)

Tel erezyon tezgahı yardımı ile kesilen mikroyapı ve mikrosertlik numuneleri metalografik işlem sırasına göre (zımparalama, parlatma, dağlama) hazırlanmış ve dağlanmıştır. Mikroyapı ve mikrosertlik numunelerinin bir tanesine gerilim giderme tavlaması uygulanmıştır. Gerilim giderme tavlaması 650°C'de 3 saat süre ile vakumlu fırında yapılmıştır. Yapılan bütün incelemeler gerilim giderme tavlaması yapılmış ve yapılmamış numuneler kıyaslanarak yapılmıştır.

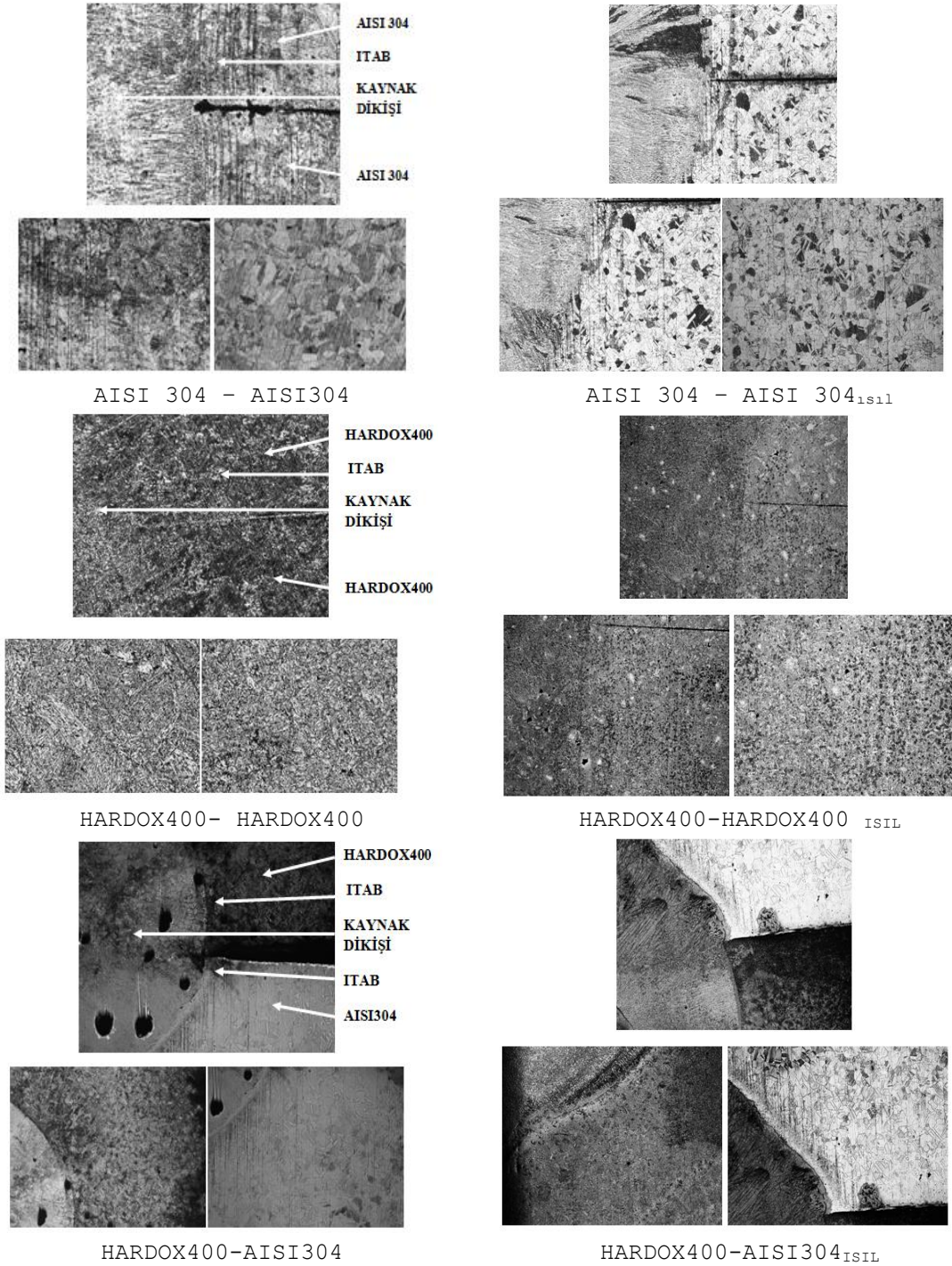
#### 4. DENEY SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

##### 4.1. Mikroyapı İncelemeleri (Investigation of Microstructure)

Kaynaklı birleştirmelerin mikroyapıları hem gerilim giderme tavlaması yapılmış, hemde gerilim giderme tavlaması yapılmamış numunelerden kaynak dikişi, ITAB, ana malzeme olmak üzere üç ayrı noktadan alınmıştır. Mikroyapı görüntüleri Şekil 3'de verilmiştir. 0.15m/sn kaynak hızı, argon atmosferinde ve 120 A kaynak gücünde PTA kaynağı yapılan çelik çiftlerinin makro görüntüleri incelendiğinde tam nufuziyet sağlanmadığı görülmüştür. Birleştirmelere metalografik açıdan bakıldığında kaynak dikişinin homojen bir görünüme sahip olduğu gözlemlenmiştir.

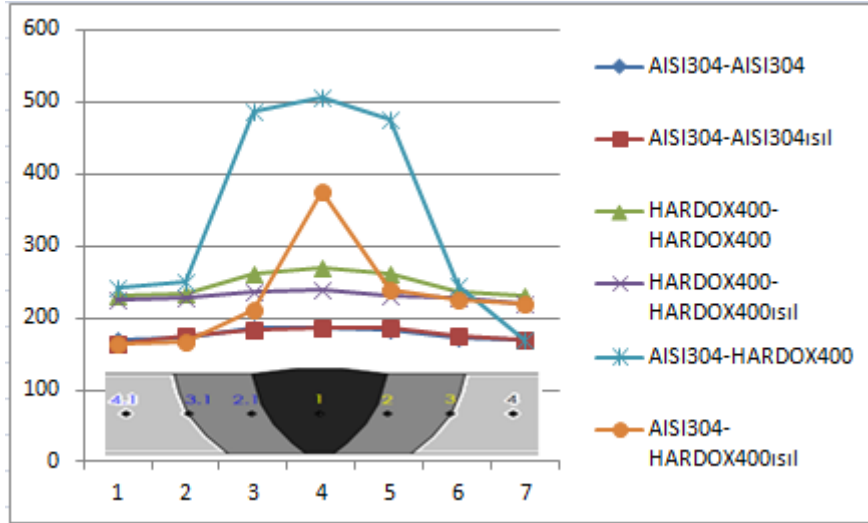
Optik resimler incelendiğinde, gerilim giderme tavlaması yapılmamış numunelerde kaynak dikişinden ana malzemeye doğru iri taneli yapıdan daha küçük taneli yapıya doğru bir dağılım görülmektedir. Ancak gerilim giderme tavlaması uygulanan numunelerde beklendiği üzere yüksek ısı girdisi ile irileşen taneler normal boyutlarına dönmüştür. Kaynak dikişi ve ITAB'da herhangi bir çatlak rastlanmamıştır. Numunelerin kaynak dikişi ve ITAB'ında görünen yapılar incelendiğinde Hardox 400 çelik malzemesinin sahip C oranından dolayı ve PTA kaynağının ulaştığı ani yüksek sıcaklık ve hızlı soğuma ve katılaşması bu bölgelerde martenitik yapıların mevcudiyetinin korunmasında esas teşkil etmiştir. Yüksek ısı girdisi sonucu oluşan C difüzyon hareketleri bunun en önemli etkenidir. Çünkü en yüksek ısı girdisi plazma ark alevinin merkezi yani kaynak dikişinin merkezinde olacağından difüzyon hareketleri bu noktalara doğru hareket eder. Hardox 400-AISI 304 çelik çiftinde; özellikle paslanmaz çeliklerin kaynağında sıkça karşılaştığımız dikişte bir miktar martenit oluştuğu ve ayrıca, tane içi ve tane sınırı karbürleri kaydedilmiştir.





Şekil 33. Kaynaklı birleştirmelerin mikroyapı görüntüleri  
(Figure 3. Microstructural images of welded joints)

#### 4.2. Mikrosertliklerinin İncelenmesi (Investigation of Microhardness)



Şekil 44. Kaynak bölgelerindeki mikrosertlik dağılımları  
(Figure 4. Microhardness distributions of the source region)

Birleştirmesi yapılan çelik çiftlerinden alınan mikrosertlik ölçüm değerleri Şekil 4'da verilmiştir. Yapılan mikrosertlik ölçümleri sonuçlarının tamamında ölçüm sonuçları numunelerden elde ettiğimiz sertlik eğrilerine göre incelendiğinde kaynak dikişlerinin sertliğinin ana malzemenin sertliğine göre yüksek çıktığı gözlenmiştir. Kaynak bölgesinde yüksek çıkan bu sonuçlar AISI 304 ve Hardox 400 malzemelerde ise, bu çeliklerin ana sertlik değerlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir. AISI 304 - AISI 304, Hardox 400-Hardox400 ve Hardox 400 - AISI 304 çelik çiftlerinin mikrosertlik değerleri incelendiğinde kaynak dikişinde en yüksek sertlik değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Bu sertlik yükselmesinin sebebinin kaynak havuzunun max. sıcaklığa eriştiği anda paslanmaz çelikteki Cr'nin, Hardox 400'indeki yüksek orandaki C ile oluşturduğu sert bileşiklerin yada Mn'in varlığından olduğu düşünülmektedir.

Kaynak esnasındaki yüksek ısı girdisinden dolayı çeşitli bölgeler arasında kontrol edilemeyen farklı soğuma hızı, farklı şekil değiştirme miktarı veya içyapı dönüşümleri gerilim giderme tavlama ile ortadan kaldırılabilmektedir. Numunelere uygulanan gerilim giderme tavlama beklendiği üzere, özellikle kaynak dikişi ve ITAB bölgelerinde, yüksek ısı girdisinden kaynaklı içyapı hatalarının ortadan kaldırılmasıyla mikrosertlik değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Mikrosertliklerdeki bu düşüşün en belirgin olduğu çelik çifti AISI 304 - Hardox 400 çelik çiftidir. Bu çelik çiftindeki yüksek düşüşün nedeninin CrC bileşiklerinin tavlama sonrasında sert karbür bileşiklerinin çözünmesine zaman verilmesiyle alakalı olduğu düşünülmektedir.

#### 4.3. Çekme Testlerinin İncelenmesi (Investigation of Tensile Testing)

PTA yöntemiyle birleştirilmiş AISI 304 - AISI 304, Hardox400-Hardox400 ve AISI304-Hardox400 çelik çiftlerinin kaynak dikişlerinin yük taşıma yeteneği ile yükleme sırasındaki şekil değiştirme davranışını belirlemek için çekme deneyi yapılmıştır. Çekme numuneleri kaynak dikişine dik doğrultuda imal edilmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin çekme testi sonrası görüntüleri Şekil 5'de, maksimum

çekme gerilmeleri Tablo 4 de, çekme eğrileri Şekil 6 'de ve maksimum çekme gerilmeleri karşılaştırması Şekil 7'da verilmiştir.



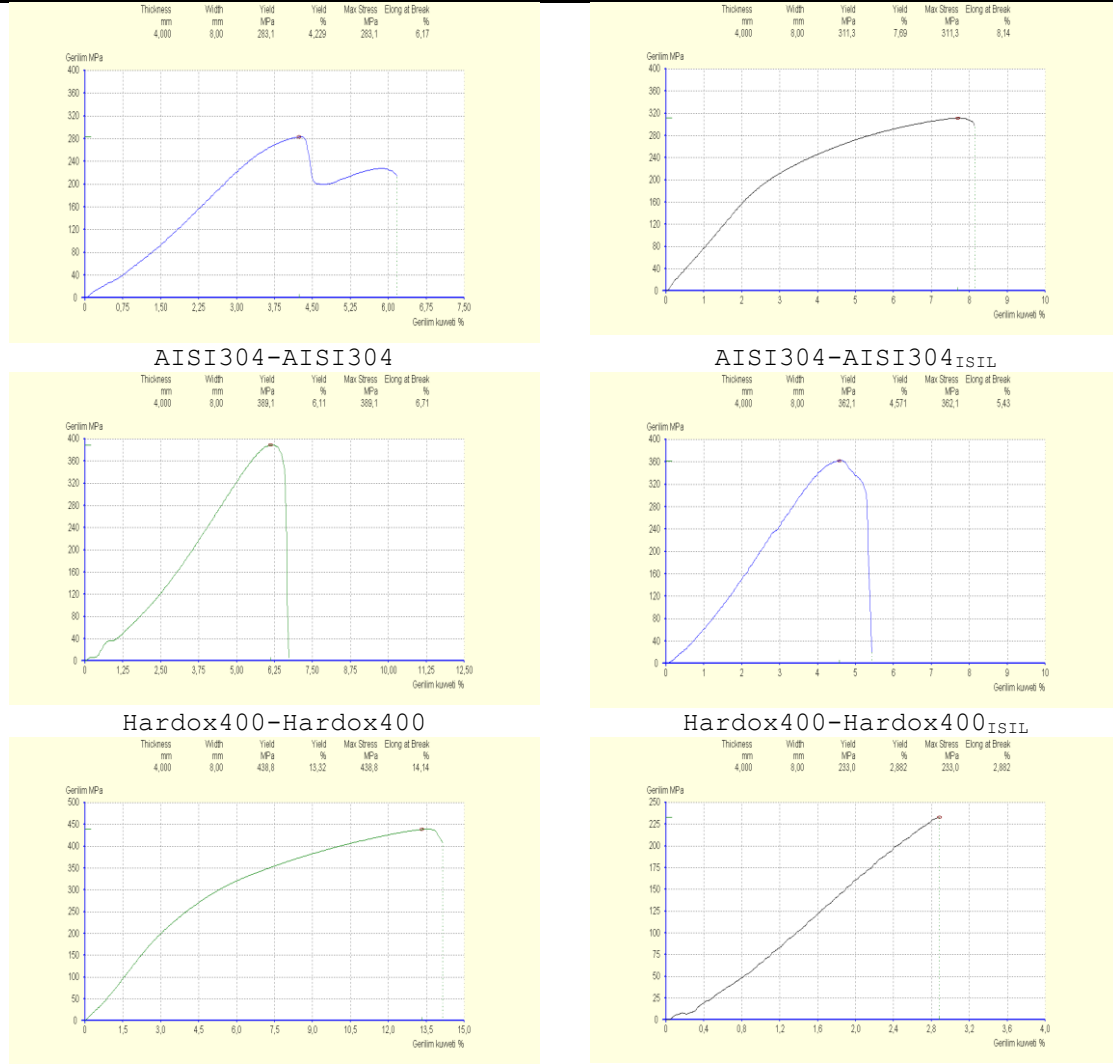
Isıl İşlem Uygulanmayan Numuneler Isıl İşlem Uygulanan Numuneler  
Şekil 55. Kaynaklı birleştirmelerin çekme testi sonrası görüntüleri

(Figure 5. Tensile testing of welded joints after images)

Yapılan çalışmada AISI304 - AISI304, Hardox400-Hardox400 ve AISI304-Hardox400 çelik çiftlerine uygulanan çekme testi sonucunda kopan numunelerin boyun verme şekilleri incelendiğinde, yapılan birleştirmede boyun vermeden kırılma gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin kaynak dikişinin nufuziyetinin yetersizliğinden dolayı kaynak dikişin kök kısmındaki boşluğun çentik etkisi yapmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 5' deki görüntülerde görüldüğü gibi kopmalar tamamıyla kaynak dikişinden oluşmaktadır.

Tablo 4. Çekme testi yapılan numunelerin çekme gerilmesi(MPa)  
(Table 4. Tensile strength of samples made tensile testing (MPa))

Kaynak Gücü (A)	Çelik Çifti	İlerleme Hızı (m/dk)	Çekme Gerilmesi (MPa)
120	AISI304-AISI304	0,15	283,1
120	AISI304-AISI304 <sub>ISIL</sub>	0,15	311,3
120	HARDOX400-HARDOX400	0,15	389,1
120	HARDOX400-HARDOX400 <sub>ISIL</sub>	0,15	362,1
120	AISI304-HARDOX400	0,15	438,8
120	AISI304-HARDOX400 <sub>ISIL</sub>	0,15	233



AISI304-AISI304

AISI304-AISI304ISIL

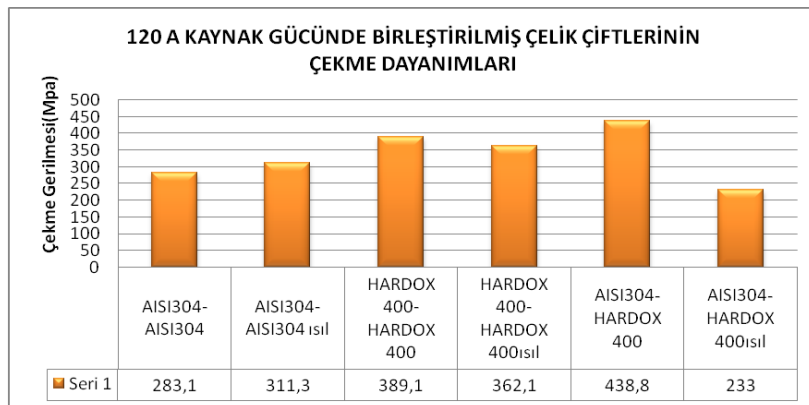
Hardox400-Hardox400

Hardox400-Hardox400ISIL

AISI304-Hardox400

AISI304-Hardox400ISIL

Şekil 6. AISI304-Hardox400 Çelik çiftlerinin kaynak sonrası çekme eğrileri  
(Figure 6. Tensile curves of AISI 304-Hardox 400 steel after welding double)



Şekil 7. Maksimum çekme gerilmeleri karşılaştırması  
(Figure 7. The maximum tensile stress comparison)

Çekme deneyinde, malzemelerin teorik kırılma mukavemeti ile gerçek kırılma mukavemeti arasındaki fark yapısal düzensizliklerden meydana gelir. Yani bu kırılma yüzeylerini etkileyecek olan çentik durumu kaynak nufuziyetimizin yetersizliğinden dolayı mevcuttur. Hadox400-AISI304 çelik çiftlerine uygulanan çekme testi sonucunda kopan numunelerin kopma şekilleri incelendiğinde ve yapılan birleştirmelerde makro görüntüleri incelendiğinde tam olarak sünek ya da gevrek kırılmadan bahsetmek doğru değildir. Gevrek kırılmaya benzeyen bu makro görüntüler, çekme doğrultusuna dik olacak şekilde, kaynak dikişi bölgesinde numunelerimizde bulunan yapısal düzensizliklerin varlığından dolayı çatlağın hızlı bir şekilde ilerlemesi ile meydana gelmiştir. Şekil 6 ve Şekil 7'den de anlaşılacağı üzere AISI304-AISI304, Hardox400-Hardox400, AISI304-Hardox400 çelik çiftlerinin kaynaklı birleştirmelerinde, yapılan gerginlik giderme tavlaması, maksimum çekme mukavemetini düşürmüş ve uzamanın artmasına sebep olmuştur.

#### 4.4. Kaynaklı Birleştirmelerin Sıvı Penetrant Testi (Liquid Penetrant Testing of Welded Joints)

PTA kaynak yöntemi ile birleştirilmiş numunelerin sıvı penetrant muayene parametreleri Tablo 5 de verilmiştir. Tabloda verilen parametreler ISO standartlarına göre belirlenmiş parametrelerdir.

Tablo 5. Sıvı penetrant testi muayene parametreleri  
(Table 5. Liquid penetrant testing inspection parameters)

	Test Standardı	Uygulanan Test Materyali	Uygulama Yöntemi	Bekleme Süresi	Görünür Işık Şiddeti
Penetrant	TS EN ISO 3452-1	Type II-C BT 68	Püskürterek	15 min./dk	600 Lux
Cleiner	TS EN ISO 3452-1	Method C BT 69	Püskürterek	0 min./dk	600 Lux
Developer	TS EN ISO 3452-1	Form d BT 70	Püskürterek	15 min./dk	600 Lux



AISI304-AISI304 HARDOX400-HARDOX400 AISI304-HARDOX400  
Şekil 8. Numunelerin sıvı penetrant test resimleri  
(Figure 8. Liquid penetrant testing test pictures of samples)

PTA kaynak yöntemi ile birleştirilen kaynaklarda ilerleme hızı sabit seçilmiş ve çelik çiftleri farklı amperlerde birleştirilmiştir. Sıvı penetrant muayenesinde kaynak başlama ve bitiş noktalarındaki 10

mm'lik kısımlar muayene kapsamına alınmaz. Çünkü kaynak başlangıcında ve bitişinde oluşabilecek ark hataları, önceden atılmış puntalar ve özellikle kaynak başlangıç noktasına koruyucu gazın yeterince gelmemesinden dolayı bu bölgelerde kaynak hataları oluşma olasılığı normaldir. Bu sebepten bu bölgelerde oluşan hatalar göz ardı edilir. Ayrıca kaynak dikişi üzerinde gözlemlenen 1mm çapından küçük hatalar da göz ardı edilir. Numunelerin sıvı penetrant resimleri ve hataları Şekil 8 de gösterilmiştir. AISI304-AISI304 çelik çiftlerinin kaynaklı birleştirmelerinde muayene sonucunda, yüzeysel bir hata gözlenmemiştir. Hardox400-Hardox400 çelik çiftinde ikili gözenek gözlemlenip, bu boşluklar muayene sonucunu olumsuz yönde etkilememektedir. AISI304-Hardox400 çelik çiftlerinde ise yüzeysel bir hata gözlemlenmemiştir. Östenitik paslanmaz çeliğin ısıl genleşme katsayısı Hardox 400 çelik malzemenin büyük, ancak ısıl iletkenlik katsayısı ise daha düşüktür. Dolayısıyla; bu malzeme çiftlerinin kaynağında yüksek enerji absorbe edilirken, ısıl iletimin yavaş olmasından dolayı katılaşma sonrası kaynak dikişlerinde çatlakların oluşması muhtemeldir. Ancak bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde bu durum görülmemektedir. Kaynaklı birleştirmelerin her iki tarafında çatlak oluşumu deformasyon görülmemiştir. Çünkü PTA kaynağındaki aniden artabilen yüksek enerji girdisi ve hızlı kaynak kabiliyetinin oluşu nedeniyle, kaynak sonrası homojen katılaşma sağlanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. [8 ve 10]. Aşağıdaki tabloda her iki çelik malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir.

Tablo 6. Hardox 400 ve AISI 304 çelik malzemelerin fiziksel özellikleri

(Table 6. Physical properties of Hardox 400 AISI 304 steels)

Malzeme	$\alpha$ 10 <sup>-6</sup>	$\lambda$ , W/m. oC	$\Omega$ , n $\Omega$ M	E, kN/mm <sup>2</sup>
Hardox 400	8,9	17	----	----
AISI 304	20	15	700	200
A:Termal genleşme katsayısı (20-800°C)			$\Omega$ :Elektrik direnci (20°C)	
A:Termal iletkenlik katsayısı (20°C)			E:Elastiklik modülü (20°C)	

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Yapılan çalışmada AISI 304 - AISI 304 paslanmaz çelik çifti, Hardox400- Hardox400 çelik çifti, Hardox400 - AISI 304 çelik çifti sabit kaynak hızında (0,15m/dk), 120A kaynak gücünde ve argon gazı atmosferinde PTA kaynak yöntemi ile ilave tel kullanılmadan birleştirilmiştir. Birleştirilen numunelerin, birleşme bölgelerinin mikroyapıları ve mikrosertlikleri incelenmiş olup, aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

- 4 mm kalınlığındaki çelik çiftleri belirtilen parametrelerde, ilave tel kullanılmadan, kaynak ağızı açılmadan tek pasoda PTA kaynak yöntemi ile birleştirilebilmektedir. Ancak 120A kaynak gücünde tam nüfuziyet sağlanamamaktadır.
- Kaynaklı birleştirmelerin birleşme kesitinden alınan mikroyapı resimlerinin tamamında, dikişin hemen yanında kısmen erimiş bölge, iri taneli bölge, ince taneli bölge, kısmen dönüşmüş bölge ve ana malzeme olarak beş farklı bölgenin varlığı belirlenmiştir.
- Kaynaklı birleştirmeler çekme test sonuçlarına göre incelendiğinde, tam nüfuziyetin sağlanamaması sebebiyle ortaya çıkan çentik etkisinin numunelerin çekme mukavemetlerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur. Yapılan gerginlik tavlama maksimum çekme mukavemetini düşürmüş ve uzamanın artmasına sebep olmuştur.

- PTA kaynaklı bağlantıların birleşme kesitlerinden alınan mikroyapı fotoğrafları incelendiğinde, kaynak havuzuna bitişik her iki ITAB bölgesinde de çatlak, boşluk ve bağlantısız bölgelerin olmadığı görülmektedir. Yüksek ısı girdisinin yapmış olduğu tavlama etkisiyle tane irileşmesinin olduğu, yapının hızlı soğuma etkisinde kalan kısmında ise küçük taneli homojen bölgeye dönüştüğü görülmektedir. Yapılan gerilim giderme tavlaması ile beklendiği gibi irileşen tanelerin tekrar eski haline geldiği görülmektedir.
- Yapılan birleştirmeler mikrosertlik ölçümlerine göre incelendiğinde, bütün çelik çiftlerinde gerilim giderme tavlamasının bütün bölgelerde mikrosertliği düşürdüğü görülmektedir. Numunelerin sertlik değerleri incelendiğinde Hardox400-Hardox400 çelik çiftinde kaynak dikişinde en yüksek mikrosertlik ölçülmüştür.
- Birleştirmeler, sıvı penetrant testine göre incelendiğinde, AISI304-AISI304 çelik çiftlerinin kaynaklı bileştirmelerinde muayene sonucunda, yüzeysel bir hata gözlenmemiştir. Hardox400-Hardox400 çelik çiftinde sürekli zincirleme boşluklar gözlemlenip, bu boşluklar muayene sonucunu olumsuz yönde etkilememektedir. AISI304-Hardox400 çelik çiftlerinde ise kabul edilebilir seviyede boşluklar gözlemlenmiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Oguz, B., (1993). Aşınma Sorunları ve Dolgu Kaynakları, Oerlikon, İstanbul, ss:709.
2. Konat, L. and Pekalski, G., (2006). Oskwarek M., Macro and microstructural properties of welded joints of Hardox 400 and Hardox 500 steels, XIX Scientific Conference, Development Problems of WorkingMachines68 Technical Magazine, Zakopane, January, 2006.
3. Oskwarek, M., (2006). Structural features and susceptibility to cracking of welded joints of Hardox 400 and Hardox 500 steels, Conference Proceedings, IV Scientific Conference of Students, Wrocław University of Technology Publishing House, Wrocław.
4. Bourithis, L., Papaefthymiou, S., and Papadimitriou, G.D., (2002). Plasma transferred arc boriding of a low carbon steel: microstructure and wear properties, Appl. Surf. Sci. 200, pp:203-218.
5. Atapek, Ş.H., (2006). Zırh Çeliklerinin Fiziksel Metalurjik Esaslar Doğrultusunda Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi FBE, İzmit.
6. Kim, H.J., Grossi, S., and Kweon, Y.G. (1999). Wear performance of etamorphic alloy coatings, Wear, Vol:232, Num:1, pp:51-60.
7. Ataman, F.A., (2016). Hardox 400- AISI 304 Çelik Çiftlerinin Plazma Transferli Ark Kaynak Yöntemi İle Birleştirilebilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
8. <http://www.metaloffcut.com/metals/hardox>.
9. Mackwood, A.P. and Crafer, R.C., (2005). Thermal modeling of laser welding and related processes: a literature review, Optics and Laser Technology, Vol:37, pp:99-115.
10. Caligulu, U., Taskin, M., Kejanli, H., and Orhan, A., (2012). Interface characterization of CO2 laser welded austenitic stainless steel and low carbon steel couple, Industrial Lubrication and Tribology, 64(4), 196-207.



**Ali Kaya Gür**

Fırat University, akgur@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Uğur Çaligülü**

Fırat University, ucaligulu@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Necmettin Yiğittürk**

Dokuz Eylül University, yigitturk@gmail.com, İzmir-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A11PB>

**PTA KAYNAK YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLEN AISI 304/RAMOR 500 ÇELİKLERİNİN  
KAYNAK KABİLİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZ**

Bu çalışmada; AISI 304 - Ramor çelik çiftlerinin plazma transfer ark kaynak yöntemi ile birleştirme özellikleri incelenmiştir. Çalışma; sabit kaynak hızı ve sabit bir amper değerinde, ilave tel kullanılmadan Ar atmosferi altında yapılmıştır. Kaynak işlemi sonrasında, birleştirme bölgesine sıvı penetrant ve çekme testi uygulanmıştır. Ayrıca kaynak dikişinin mikrosertlik ve mikroyapı incelemeleri yapılmıştır. Testler gerilim giderme tavlama ve uygulanmış ve uygulanmamış numuneler karşılaştırılarak yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** AISI 304, Ramor 500, Plazma Transfer Ark,  
Sıvı Penetrant, Mikroyapı

**THE INVESTIGATION OF WELDING CAPABILITY OF AISI 304/RAMOR 500 STEELS  
WELDED WITH METHOD WELDING PTA**

**ABSTRACT**

In this study, assembly features were examined by the plasma transfer arc welding of AISI 304 and Ramor. This study constant welding speed and a constant amperage were performed under Ar atmosphere. After welding process, the liquid penetrant and tensile test are done to the weld seam. Also microhardness and microstructural of weld seam are analysed. Then the tests are compared to applied stress relief tempering to not apply stress relief tempering.

**Keywords:** AISI 304, Ramor 500, Plasma Transfer Arc,  
Liquid Penetrant, Microstructure



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Koruma amaçlı zırh malzemeleri, sivil ve savunma sanayiinde birçok kara, hava, deniz ve uzay aracında kullanılmaktadır [1]. Gelişmekte olan ülkeler savunma sanayisine yönelik araştırma geliştirme faaliyetlerini her geçen gün arttırmaktadır. Buna paralel olarak bu çalışmalar için ayrılan mali kaynakta artmaktadır. Teknolojik gelişmeler gelişmiş ateşli silahların modernleşmesini hızlandırmakta ve buna ek olarak koruyucu malzemelerin üretilebilirliğini artırmaktadır [2]. Koruyucu malzeme seçimi ateşli silahlardan çıkan merminin, penetratörün ya da ateşli parçacığın türü, geometrisi ve penetrasyon kinetiğine göre yapılır [3]. Bir ana savunma hattının en önemli unsuru 'zırh' korumasıdır. En mükemmel zırh malzemesinin sertlik değeri çok yüksek ve kırılganlığı az malzemelerdir [4]. Kullanım amacı olarak bir zırh çeliği patlayıcı ve delicilere karşı dirençli olması gerekir. Bu özelliği karşılayabilmesi için mukavemet ve sertlik değerlerinin yüksek olması istenir. HV 600 değerinin üzerindeki sertlik değerleri çeliğe kırılganlık özelliği kazandıracığından, zırh çeliği üzerine gelen darbelere karşı kırılgan davranış gösterecektir. Zırh çeliklerinde kimya kompozisyonu, su verme, temperleme ve östenitleştirme gibi ısıl işlemleri çok büyük önem arz etmektedir [5]. Zırh malzemesi olarak alüminyum malzemeler ve alaşımları, çelik, seramik, cam ve elyaf takviyeli kompozit malzemeler kullanılır [6 ve 7]. Zırh çeliği, günümüzde özellikle askeri alanda kullanılan tank ve benzeri savunma ve saldırı amaçlı olarak en yaygın kullanılan zırh malzemesidir. Çelik kullanılmasının başlıca nedeni çeliklerde yüksek dayanım özellikleri görülmesi, yeterli tokluk, yüksek kaynak kabiliyeti gibi malzeme özellikleri ve diğer zırh malzemelerine göre daha düşük olan üretim maliyetleridir [8 ve 9].

Paslanmaz çelikler bileşimlerinde en az %11 krom içeren korozyona karşı dayanıklı bir çelik türüdür. Korozyona karşı üstün dirençli olduklarından endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı paslanmaz çelik türlerinde krom miktarı %30'a varan oranları bulmaktadır. Karbon ve krom dışında çeliğin özelliklerini geliştirmek amacıyla alaşım elementi olarak kullanılan birçok element vardır. Nikel, molibden, bakır, mangan, titanyum, alüminyum, silisyum, niyobyum, azot, vanadyum, kükürt ve selenyum kullanılan bu alaşım elementlerinden birkaçıdır [10].

Kaynak endüstride çok yaygın olarak kullanılan bir imalat yönteminin yanısıra, tamir amaçlı bir yöntem olarakta çok yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Zırh uygulamalarının yapıldığı ağır ve hafif taşıtların değişik ve çetin arazilerdeki hareketlerinden, mermi mukavemetlerine karşı kaynak bölgelerinin yorulma direncinin yüksek olması gereklidir [11 ve 12]. Plazma transferli ark kaynağı (PTA), bir tungsten elektrod ile iş parçası arasında oluşturulan ark ısısı ile birleştirildiği gaz korumalı bir ark kaynağı yöntemidir [13]. Ark kararlılığı ve akım şiddeti yüksek olduğundan daha nufuziyetli kaynak dikişleri oluşturulur ve kullanım sırasında ark rahat kontrol altında tutulabilir, aynı zamanda kaynak süresi de azaltılır [14]. Yüksek enerji girdili metotların başında ve en çok kullanılanlardan biride, plazma tungsten ark (PTA) yöntemidir. Düşük maliyeti ve sistemin basitliği PTA yüzey kaplama yönteminin avantajı olarak göze çarpmaktadır [15 ve 16].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Koruma amaçlı üretilen zırh çeliklerinin, sanayide yaygın olarak kullanılan östenitik paslanmaz çelik ile birleştirilerek, araçlarda veya koruma alanlarında gerekli yerlerde zırh çeliği, balistik özellik istenmeyen yerlerde ise korozyon dayanımı yüksek olan AISI 304 paslanmaz çeliğin kullanılması amacı ile yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda balistik özelliklerinden yararlanan Ramor 500 zırh çeliği ile korozyon dayanımı yüksek olan AISI 304 paslanmaz çeliğin, modern kaynak yöntemlerinden olan Plazma Transfer Ark Kaynak yöntemi ile birleştirilebilirliği araştırılmıştır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada Ramor 500 zırh çeliği ile AISI 304 östenitik paslanmaz çiftleri ve Ramor 500 - Ramor 500 çiftleri, AISI 304 - AISI 304 çelik çiftleri Plazma Trasfer Ark (PTA) kaynak yöntemi ile 120A kaynak gücünde, sabit kaynak hızında (0,15m/sn) ve argon atmosferinde birleştirilmiştir. Tablo 1'de verilen PTA kaynak parametreleri pilot çalışmalar ve literatür çalışmaları dikkate alınarak seçilmiştir. Tablo 2'de deneyde kullanılan çeliklerin mekanik özellikleri, Tablo 3'de fiziksel özellikleri verilmiştir. Şekil 1 a'da kullanılan PTA kaynak makinası, b'de PTA kaynak uygulamasının şematik gösterimi, c'de çelik çiftlerinin kaynak sırasındaki resimleri verilmiştir.

Tablo 1. PTA kaynağında kaynak parametreleri  
(Table 1. Welding parameters were used in the PTA welding)

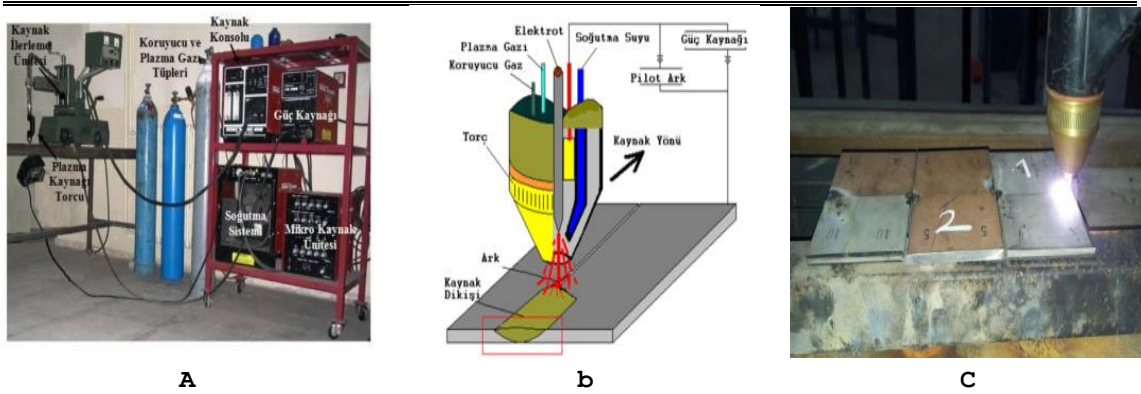
Koruyucu Gaz Debisi (m <sup>3</sup> /h) Ar	30
Plazma Gazı Debisi (m <sup>3</sup> / h) Ar	0,5
Elektrot Çapı (mm)	4,7
Elektrot	% 2 thoryumlu tungsten elektrot
Torç Malzeme Arası Mesafe (mm)	3~4
Torç Uç Çapı (mm)	3,25
Set-Back (mm)	4

Tablo 2. Deneyde kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri  
(Table 2. The mechanical properties of materials used in the experiment)

Malzeme	Mekanik Özellikler				
	Akma Değeri Rp0,2 MPa	Çekme Gücü Rm MPa	Uzama A%5	Sertlik HB	Darbe Gücü Charpy VJ
Ramor 500	1450	1700	7	480-560	20
AISI 304	200	500	>45	130-180	40

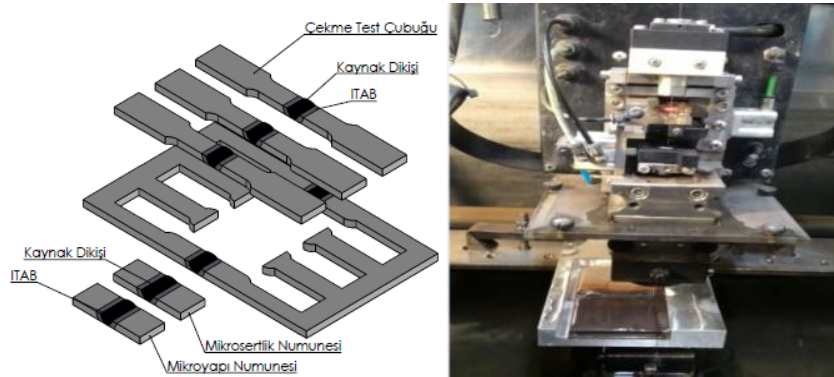
Tablo 3. Deneyde kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri  
(Table 3. Physical properties of Hardox 400 AISI 304 steels)

Malzeme	Fiziksel Özellikler			
	Termal Genleşme Katsayısı ( $\alpha \cdot 10^{-6}$ )	Termal İletkenlik ( $\lambda$ , W/m.°K)	Spesifik Direnc ( $\Omega$ , n $\Omega$ M)	Elastik Modül (E, kN/mm <sup>2</sup> )
Ramor 500	12	58	140-250	210000
AISI 304	20	15	700	200



Şekil 11. a) Kullanılan PTA kaynak makinası, b) PTA kaynak uygulamasının şematik gösterimi, c) çelik çiftlerinin kaynak sırasındaki resimleri (Figure 1. a) Used PTA welding, b) Schematic representation of the PTA welding application, c) Images during welding steel double)

Sonrasında birleştirilen çelik çiftlerinin kaynak dikişine püskürtme yöntemi ile sıvı penetrant testi uygulanmış ve çelik çiftlerinden MAKINO MGW-R marka telerezyon tezgahında, ikişer adet mikrosertlik, mikroyapı ve çekme test numunesi alınmıştır. Telerezyonda kesilen numunelerin şematik gösterimi, telerezyon tezgahı ve kesim esnasındaki çelik çiftlerinin görünümü Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 22. Telerezyon tezgahı ve kesim esnasındaki çelik çiftlerinin görünümü (Figure 2. The appearance of double steel during Wire EDM machine tools and cutting)

Telerezyon tezgahı yardımı ile kesilen çekme test çubuklarının bir tanesine, mikrosertlik numunesinin bir tanesine ve mikroyapı numunesinin bir tanesine gerilim giderme tavlaması, 650°C’de 3 saat süre ile vakumlu fırında uygulanmıştır. Telerezyon tezgahı yardımı ile kesilen mikroyapı ve mikrosertlik numuneleri metalografik işlem sırasına göre (zımparalama, parlatma, dağlama) hazırlanmıştır. Dağlayıcı olarak (Ramor 500= %2 NHO<sub>3</sub> + %98 Etil alkol) (AISI 304=3 birim HCl + 1 birim NHO<sub>3</sub>) seçilmiştir. Mikroyapı görüntüleri kaynak dikişi, ITAB ve ana malzeme olarak 3 ayrı bölgeden, mikrosertlik değerleri ise yine kaynak dikişi, ITAB ve ana malzeme üzerinden 7 ayrı noktadan alınmıştır.

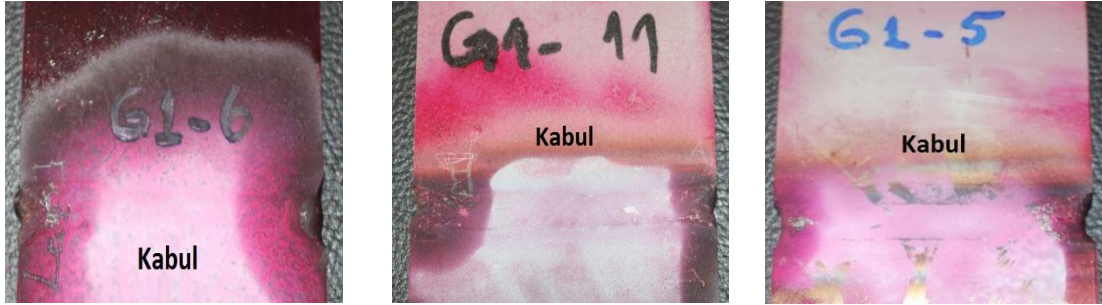
#### 4. DENEY SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

##### 4.1. Sıvı Penetrant Testlerinin İncelenmesi (Investigation of Liquid Penetrant Test)

PTA kaynak yöntemi ile birleştirilmiş numunelerin sıvı penetrant muayene parametreleri Tablo 4'de verilmiştir. Tabloda verilen parametreler ISO standartlarına göre belirlenmiş parametrelerdir. Sıvı penetrant muayenesi uygulanan numunelerin resimleri Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Sıvı penetrant testi muayene parametreleri  
(Table 4. Liquid penetrant testing inspection parameters)

	Test Satndardı	Uygulanan Test Materyali	Uygulama Yöntemi	Bekleme Süresi	Görünür Işık Şiddeti
Penetrant	TS EN ISO 3452-1	Type II-C BT 68	Püskürterek	15 min./dk	600 Lux
Cleiner	TS EN ISO 3452-1	Method C BT 69	Püskürterek	0 min./dk	600 Lux
Developer	TS EN ISO 3452-1	Form d BT 70	Püskürterek	15 min./dk	600 Lux



Şekil 33. Kaynaklı birleştirmelerin sıvı penetrant muayene resimleri  
(Figure 3. Liquid Penetrant Testing examination of welded joints pictures)

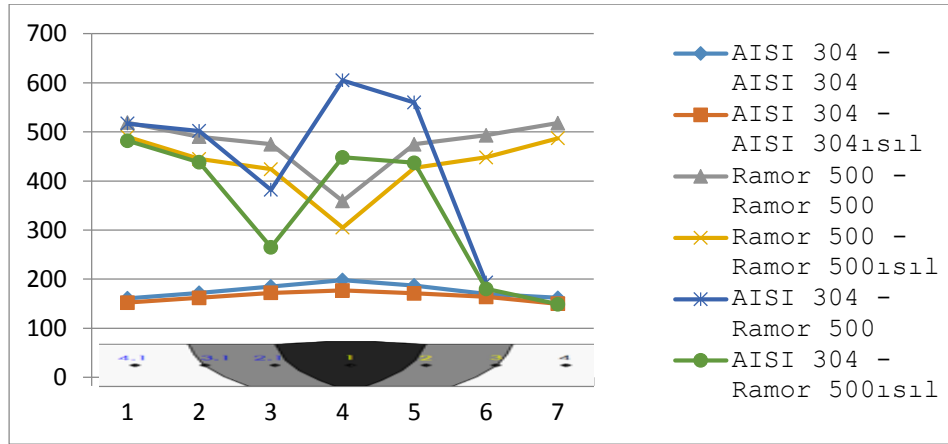
Sıvı penetrant muayenesinde kaynak başlama ve bitiş noktalarındaki 10mm'lik kısımlar muayene kapsamına alınmaz. Çünkü kaynak başlangıcında ve bitişinde oluşabilecek ark hataları, önceden atılmış puntalar ve özellikle kaynak başlangıç noktasına koruyucu gazın yeterince gelmemesinden dolayı bu bölgelerde kaynak hataları oluşma olasılığı yüksektir. Ayrıca kaynak dikişi üzerinde gözlemlenen 1mm çapından küçük hatalar da göz ardı edilir. Tüm çelik çiftlerinin kaynaklı birleştirmelerinde sıvı penetrant muayene sonucuna göre yüzeysel bir hata gözlenmemiştir.

##### 4.2. Mikrosertliklerinin İncelenmesi (Investigation of Microhardness)

AISI 304 - AISI 304 ve Ramor 500 - AISI 304 çelik çiftlerinin mikrosertlik değerleri incelendiğinde kaynak dikişinde en yüksek sertlik değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Ramor 500 malzemesinin olduğu tarafta sertlikte özellikle ITAB'da önce düşme sonra kaynak dikişine doğru artma görülmektedir. Bu sertlik yükselmesinin sebebinin kaynak

havuzunun maksimum sıcaklığa eriştiği anda paslanmaz çelikteki Cr'nin, Ramor 500 içindeki yüksek orandaki C ile oluşturduğu sert bileşiklerin yada Mn'in varlığından olduğu düşünülmektedir. Ancak Ramor 500 - Ramor 500 çelik çiftlerinden alınan mikrosertlik değerlerinde tam tersi durum görülmüş olup, kaynak dikişinde en düşük sertlik değeri ölçülmüş, ITAB üzerinden ana malzemeye doğru gidildikçe sertlik değerinin yükseldiği görülmüştür. Bu durumu Ramor 500 çeliğinin sahip olduğu martenzitik yapının yüksek ısı girdili kaynak sonrasında yavaş soğuma ile bu yapının bozulmasına bağlamaktayız.

Kaynak esnasındaki yüksek ısı girdisinden dolayı çeşitli bölgeler arasında kontrol edilemeyen farklı soğuma hızı, farklı şekil değiştirme miktarı veya içyapı dönüşümleri gerilim giderme tavlaması ile ortadan kaldırılabilmektedir. Numunelere uygulanan gerilim giderme tavlaması beklendiği üzere, özellikle kaynak dikişi ve ITAB bölgelerinde, yüksek ısı girdisinden kaynaklı içyapı hatalarının ortadan kaldırılmasıyla mikrosertlik değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Mikrosertliklerdeki bu düşüşün en yüksek olduğu çelik çifti AISI 304 - Ramor 500 çelik çiftidir. Bu çelik çiftindeki yüksek düşüşün nedeninin CrC bileşiklerinin tavlama sonrasında sert karbür bileşiklerinin çözünmesine zaman verilmesiyle alakalı olduğu düşünülmektedir. Mikrosertlik ölçüm sonuçları grafik halinde Şekil 4'de verilmiştir.

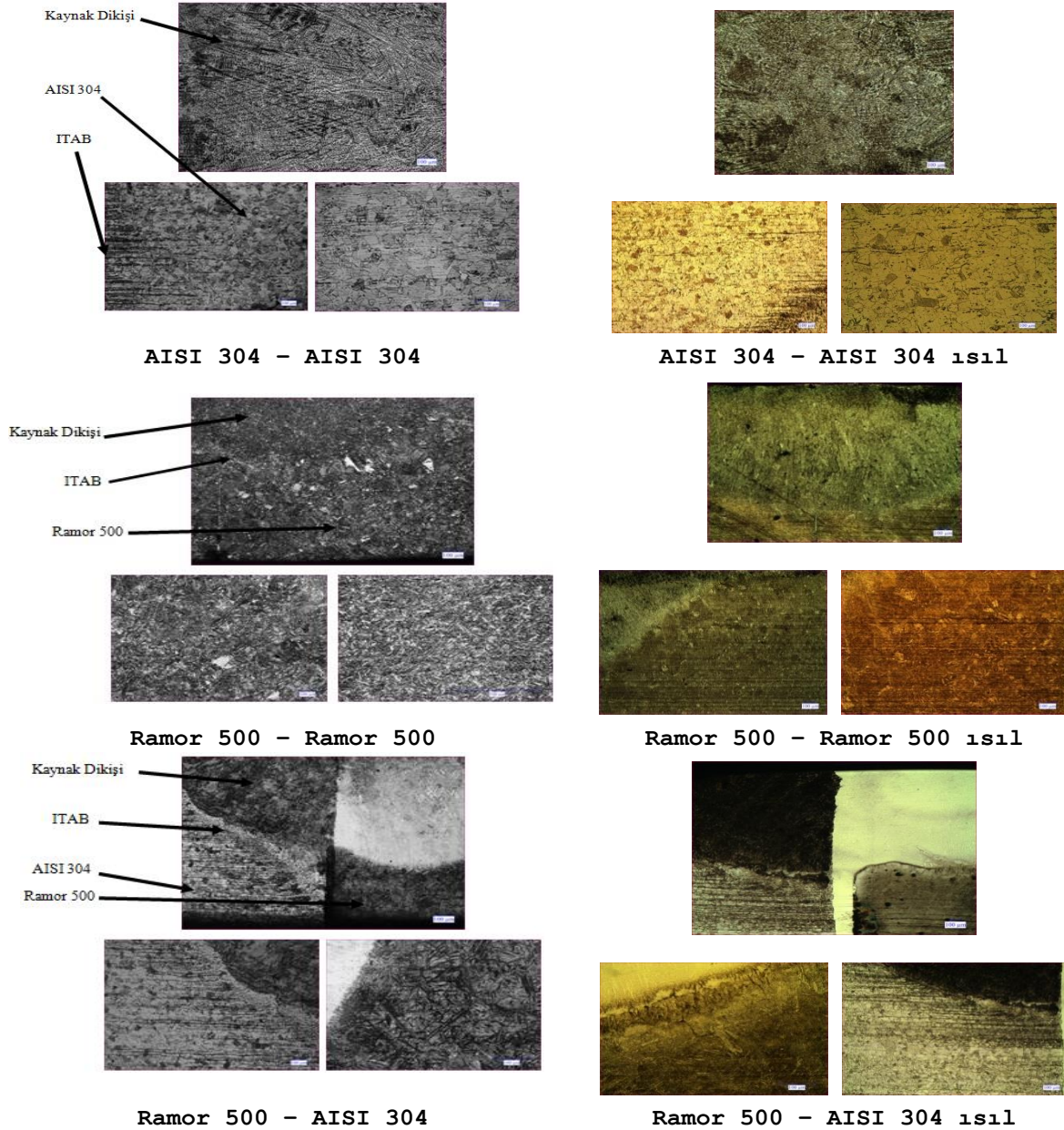


Şekil 4. Kaynak bölgelerindeki mikrosertlik dağılımları  
(Figure 4. Microhardness distributions of the source region)

#### 4.3. Mikroyapılarının İncelenmesi (Investigation of Microstructure)

Kaynaklı birleştirmelerin mikroyapıları hem gerilim giderme tavlaması yapılmış, hem de gerilim giderme tavlaması yapılmamış numunelerden kaynak dikişi, ITAB, ana malzeme olmak üzere üç ayrı noktadan alınmıştır. Mikroyapı görüntüleri Şekil 5'de verilmiştir. Birleştirmelere metalografik açıdan bakıldığında kaynak dikişinin homojen bir görünüme sahip olduğu gözlemlenmiştir. Optik resimler incelendiğinde, gerilim giderme tavlaması yapılmamış numunelerde kaynak dikişinden ana malzemeye doğru iri taneli yapıdan daha küçük taneli yapıya doğru bir dağılım görülmektedir. Daha çok ısı girdisi olan ve tavlama etkisi altında kalan noktalarda taneler daha iri olmuştur. Ancak gerilim giderme tavlaması uygulanan numunelerde beklendiği üzere yüksek ısı girdisi ile irileşen taneler normal boyutlarına dönmüştür. Kaynak dikişi ve ITAB'da

herhangi bir çatlağa rastlanmamıştır. Numunlerin kaynak dikişi ve ITAB'ında görünen yapılar incelendiğinde Ramor 500 malzemesinin sahip C oranından dolayı ve PTA kaynağının ulaştığı ani yüksek sıcaklık ve hızlı soğuma ve katılaşması bu bölgelerde martenzitik yapıların mevcudiyetinin korunmasında esas teşkil etmiştir. Ancak Ramor 500'ün kendi öz mikroyapısı olan martenzitik yapısı kısmende olsa kaynak dikişi ve ITAB alanında değişmektedir.

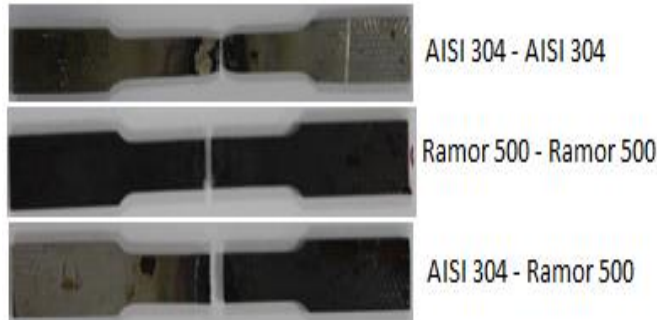


Şekil 5. Kaynaklı birleştirmelerin mikroyapı görüntüleri  
(Figure 5. Microstructural images of welded joints)

Bu durum mikrosertlik değerinin de düşük çıkmasına sebep olmuştur. Yüksek ısı girdisi sonucu oluşan C difüzyon hareketleri bunun en önemli etkenidir. Çünkü en yüksek ısı girdisi plazma ark merkezi yani kaynak dikişinin merkezinde olacağından difüzyon hareketleri bu noktalara doğru hareket eder. Ramor 500 - AISI 304 çelik çiftinde; özellikle paslanmaz çeliklerin kaynağında sıkça karşılaştığımız dikişte bir miktar martenzit oluştuğu ve ayrıca, tane içi ve tane sınırı karbürleri kaydedilmiştir.

#### 4.4. Çekme Testlerinin İncelenmesi (Investigation of Tensile Testing)

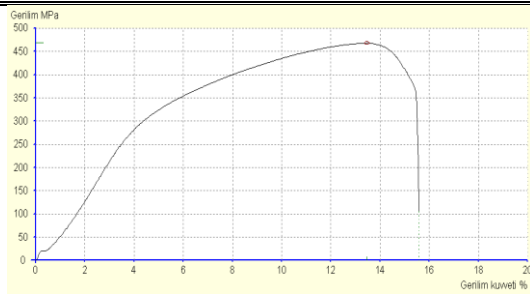
PTA yöntemiyle birleştirilmiş Ramor 500 - Ramor 500, AISI 304 - AISI 304 ve Ramor 500 - AISI 304 çiftlerinin kaynak dikişlerinin yük taşıma yeteneği ile yükleme sırasındaki şekil değiştirme davranışını belirlemek için çekme deneyi yapılmıştır. Çekme numuneleri kaynak dikişine dik doğrultuda imal edilmiştir. Çekme test numunelerin çekme testinden sonraki resimleri Şekil 6'da, maksimum çekme dayanımları Tablo 5'de ve çekme test grafikleri Şekil 7'de verilmiştir. Çekme test numunelerinin boyun verme şekilleri incelendiğinde 120 A ile birleştirilen tüm çelik çiftlerinde özellikle AISI304-304 çiftinde sünek kırılma gözlemlenmiştir. Dolayısıyla mevcut haliyle de bu malzeme çiftlerinin sünek kırılma mekanizmasıyla koptuklarını söyleyebiliriz. Çünkü sünek kırılma yüksek orandaki plastik deformasyon sonrasında meydana gelir ve malzeme kırık yüzeyinde koni çanak şeklinde bir kırık yüzey oluşumu kendini gösterir. Ancak bizim yapmış olduğumuz çalışmalarda kaynaklı malzemelerin kök pasolarında bulunan yapısal düzensizlikler (boşluk, gözenek ve birleşmeyen kaynak ağzı) çentik etkisi yaparak malzeme kopma yüzeylerinde koni çanak oluşumuna fırsat vermemişlerdir. Gerilim giderme tavlama uygulanan numunelerde çekme mukavemeti düşerken uzamanın arttığı gözlemlenmiştir.



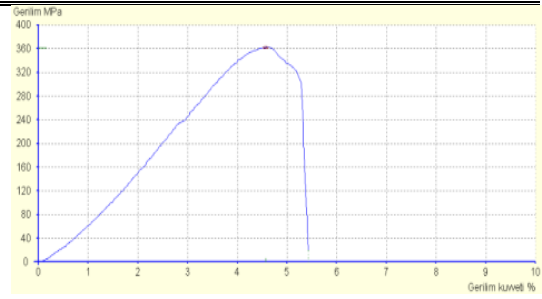
Şekil 6. Kaynaklı birleştirmelerin çekme testi sonrası görüntüleri  
(Figure 6. Tensile testing of welded joints after images)

Tablo 5. Çekme testi yapılan numunelerin çekme gerilmesi (MPa)  
(Table 5. Tensile strength of samples made tensile testing (MPa))

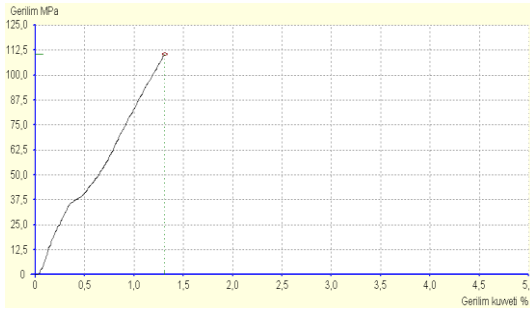
Kaynak Gücü (A)	Çelik Çifti	İlerleme Hızı (m/dk)	Çekme Gerilmesi (MPa)
120	AISI 304 - AISI 304	0,15	478
120	AISI 304 - AISI 304 <sub>ısıl</sub>	0,15	370
120	Ramor 500 - Ramor 500	0,15	110.5
120	Ramor 500 - Ramor 500 <sub>ısıl</sub>	0,15	94.6
120	Ramor 500 - AISI 304	0,15	387.5
120	Ramor 500 - AISI 304 <sub>ısıl</sub>	0,15	360.6



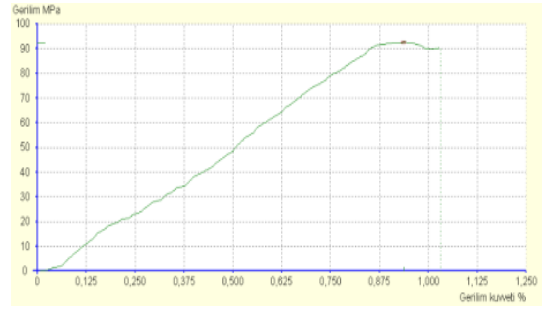
a) - AISI 304 - AISI 304



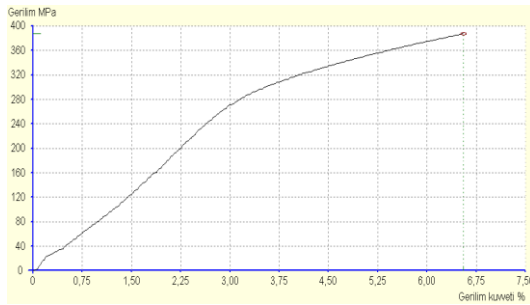
b) - AISI 304 - AISI 304 ısıl



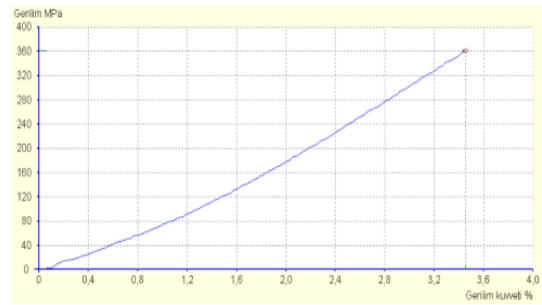
c) - Ramor 500 - Ramor 500



d) - Ramor 500 - Ramor 500 ısıl



e) - Ramor 500 - AISI 304



f) - Ramor 500 - AISI 304 ısıl

Şekil 7. AISI304-Ramor500 Çelik çiftlerinin kaynak sonrası çekme eğrileri  
(Figure 7. Tensile curves of AISI 304-Ramor500 steel after welding  
double)



## 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Yapılan çalışmada AISI 304-AISI 304 paslanmaz çelik çifti, Ramor500 - Ramor 500 çelik çifti, Ramor 500-AISI 304 çelik çifti sabit kaynak hızında (0,15m/dk), 120A kaynak gücünde ve argon gazı atmosferinde PTA kaynak yöntemi ile ilave tel kullanılmadan birleştirilmiştir. Birleştirilen numunelerin, birleşme bölgelerinin mikroyapıları, mikrosertlikleri ve mekanik özellikleri incelenmiş olup, aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

- 3 mm kalınlığındaki çelik çiftleri belirtilen parametrelerde, ilave tel kullanılmadan, kaynak ağı açılmadan tek pasoda PTA kaynak yöntemi ile birleştirilebilmektedir. Ancak 120A kaynak gücünde AISI 304-AISI 304 çelik çiftinde tam nufuziyet sağlanırken, Ramor 500 Ramor 500 ve Ramor 500-AISI 304 çelik çiftinde tam nufuziyet sağlanmamıştır.
- Kaynaklı birleştirmeler sıvı penetrant testi açısından incelendiğinde tüm çelik çiftlerinin kaynak dikişi yüzeyinde herhangi bir boşluk, gözenek, çatlak vs. oluşumuna rastlanmamıştır.
- Yapılan birleştirmeler mikrosertlik ölçümlerine göre incelendiğinde, bütün çelik çiftlerinde gerilim giderme tavlamaasının bütün bölgelerde mikrosertliği düşürdüğü görülmektedir. Numunelerin sertlik değerleri incelendiğinde Ramor 500-Ramor 500 çelik çiftinde en yüksek mikrosertlik değeri ana malzemede ölçülmüş olup, kaynak dikişinde sertlik değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin Ramor 500 çeliğinin sahip olduğu martenzitik yapının yüksek ısı girdisi ile bozulması olduğu düşünülmektedir. Ancak AISI 304-AISI 304 ve AISI 304-Ramor 500 çelik çiftlerinde en yüksek sertlik değeri kaynak dikişi üzerinden alınmıştır.
- PTA kaynaklı bağlantıların birleşme kesitlerinden alınan mikroyapı fotoğrafları incelendiğinde, kaynak havuzuna bitişik her iki ITAB bölgesinde de çatlak, boşluk ve bağlantısız bölgelerin olmadığı görülmektedir. Yüksek ısı girdisinin yapmış olduğu tavlama etkisiyle tane irileşmesinin olduğu, yapının hızlı soğuma etkisinde kalan kısmında ise küçük taneli homojen bölgeye dönüştüğü görülmektedir. Yapılan gerilim giderme tavlamaası ile beklediği gibi irileşen tanelerin tekrar eski haline geldiği görülmektedir.
- Kaynaklı birleştirmeler çekme test sonuçlarına göre incelendiğinde, tam nufuziyetin sağlanmaması sebebiyle ortaya çıkan çentik etkisinin numunelerin çekme mukavemetlerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur. Yapılan gerilim giderme tavlamaası maksimum çekme mukavemetini düşürmüş ve uzamanın artmasına sebep olmuştur.
- AISI 304-AISI 304, Ramor 500-Ramor 500, Ramor 500-AISI 304 çelik çiftlerinin PTA yöntemi ile 120 A kaynak gücünde, kaynak ağı açılmadan ve ilave tel kullanılmadan birleştirilmesi uygun değildir. Kaynak gücü arttırılarak, kaynak ağı açılarak veya çift taraf paso çekilerek kaynak yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Karagöz, Ş., Yılmaz, A. ve Atapek, H., (2016). Zırh Çelikleri ve Geliştirilmesi, 3. Savunma Teknolojileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt: I, 501-511, ODTÜ, Ankara-Türkiye, 29-30 Haziran 2016



2. Atapek, Ş.H., (2006). Zırh Çeliklerinin Fiziksel Metalurjik Esaslar Doğrultusunda Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmit.
3. Karagöz, Ş., Atapek, Ş.H. ve Yılmaz, A, (2008). Zırh Çeliklerinde Perforasyon ve Balistik Korumanın Anlaşılması Açısından Fraktografik Etüd, Metal Dünyası, 182, 102-107.
4. Baykara, T., (2005). Zırh Teknolojileri: Genel Bir Bakış, Zırh Teknolojileri Semineri, Milli Savunma Bakanlığı Ar-Ge & Teknoloji Daire Başkanlığı, Ankara, Mart.
5. Zengin, E., (2010). Farklı ön tav sıcaklıklarında kaynaklı birleştirilen zırh çeliklerinin mekanik özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
6. Gillespie, J.W., (2001). Aluminum FoamIntegral Armor: A New Dimension in Armor Design, Composite Structures, 52 (3-4), 381-395.
7. Naik, N.K. and Shrirao, P., (2004). "Composite Structures Under Ballistic Impact" Composite Structures, 66, 579-590,
8. Lane, R., Craig, B., and Babcock, W., (2002). Materialsfor Blastand Penetration Resistance, The AMPTIAC Quartely, 6 (4), 39-45,
9. Sangoy, L., Meunier, Y., Pont, G., (1988). Steelsfor Ballistic Protection", Israel Journal of Technology, 24, 319-326.
10. Şen, M., (2010). 'AISI 304 tipi östenitik paslanmaz çeliklerde soğuk şekillendirme miktarının korozyon üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
11. Ade, F., (1991). Ballistic Qualification of Armor Steel Weldments, Welding Journal, 70, 53-58, .
12. Jacobi, H., Batinmann, H.J., and Gronsfeld, J., (1988). New Method of Determining theMacrocleanness of Unconventionally Rolled Continuously Cast Steel, StahlEisen, 108 (20), 54-66.
13. Anık, S., (1991), Kaynak tekniği el kitabı, Gedik Holding Yayını, İstanbul.
14. Kaluç, E. and Taban, E., (2004). Plazma Arkı ile Kaynak ve Endüstriyel Uygulamaları MakinaTeknolojileri, Sayı 84.
15. Bourithis, L., Papaefthymiou, S., and Papadimitriou, G.D., (2002). Plasma transferred arc boriding of a low carbon steel: microstructure and wear properties, Appl. Surf. Sci. 200 203-218.
16. Yiğittürk, N., (2016). Ramor Zırh Çeliği ile AISI 304 Paslanmaz Çelik Çiftlerinin Plazma Transferli Ark Kaynak Yöntemi İle Birleştirilebilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.



**Ulaş Çaydaş**

Fırat University, ucaydas@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Mahmut Çelik**

Fırat University, mahmut.celik@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A13PB>

## **AISI 1050 ÇELİĞİNİN ÇOKLU TAKIMLARLA EŞ ZAMANLI TORNALANMASI**

### **ÖZ**

Metal işlemede zaman ve ürün kalitesi toplam maliyeti önemli derecede etkilemektedir. Verimliliği arttırmanın yollarından bir tanesi de aynı anda birden çok kesici takımla işleme yöntemidir. Bu çalışmada, eş zamanlı tornalama (Ezt) operasyonu için üç farklı kesici takımın birlikte bağlanabildiği bir takım tutucu geliştirilmiştir. Çalışmada, takımlar arası ofset mesafesi ve talaş derinliği sabit tutulurken, ilerleme miktarı ve devir sayısı faktörlerinin iş parçasındaki yüzey pürüzlülük değerleri üzerindeki etkileri deneysel olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak iş parçasına ilk temas eden takımın işlediği yüzey kalitesinin diğer takımlara nazaran daha kötü olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eş Zamanlı Tornalama, Çoklu Takımlarla İşleme, AISI 1050, Yüzey Pürüzlülüğü, Kesme Parametreleri

## **SIMULTANEOUSLY TURNING OF AISI 1050 STEEL WITH MULTI TOOLS**

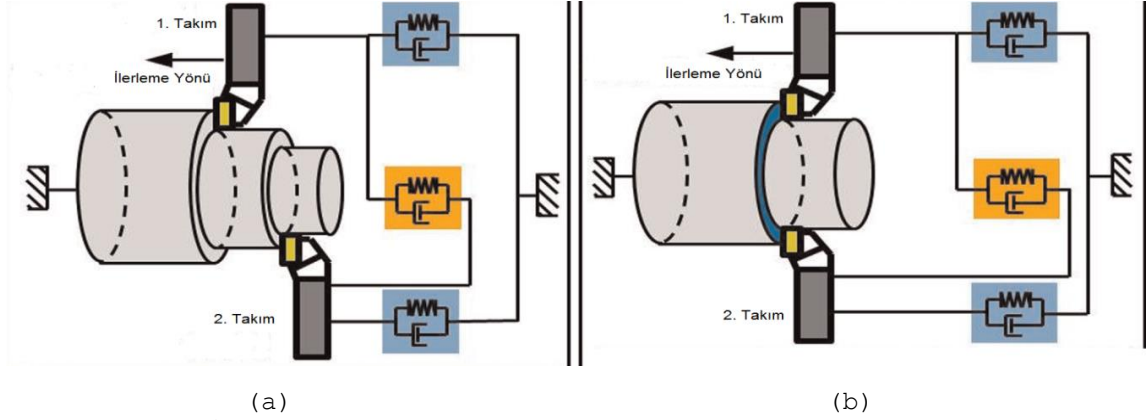
### **ABSTRACT**

In metal cutting operations, time and the quality of the machined part significantly affects the total machining cost. One of the ways of increasing the productivity is to use multi tools. In this study, a tool holder was developed that three tools are mounted together for simultaneously turning operations. The offset distance of the tools and depth of cut were kept constant, while the feed rate and spindle speed factors were changed to explore their effects experimentally on the surface roughness of the workpieces. Consequently, it was observed that the surface quality produced by the first tool was worse than the other tools.

**Keywords:** Simultaneously Turning, Machining With Multi Tools, AISI 1050, Surface Roughness, Cutting Parameters

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Eş zamanlı tornalama (EZT), aynı anda birden çok kesici takım kullanılarak yapılan bir metal işleme yöntemidir. Bu yöntemde, çoklu takım kullanılmasıyla talaş kaldırma oranı artmakta ve işleme zamanı kullanılan kesici sayısına da bağlı olarak önemli derecede azalmaktadır. Böylece işlemin verimliliği, zaman ve maliyet açısından kazanımlar sağlanmaktadır. EZT yöntemi Şekil 1'de görüldüğü gibi genellikle aynı veya farklı yüzeylerden işleme olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır [1].



Şekil 1. İşlem yüzeyine göre eş zamanlı tornalama uygulamaları  
(a: farklı yüzeyden kesme, b: aynı yüzeyden kesme) [1]

(Figure 1. Application of simultaneous turning operation  
(a: cutting on different surface, b: cutting on same surface)) [1]

Şekil 1 (a)'dan da görüldüğü gibi, farklı yüzeylerden işlemede, ilerleme yönünde ardışık dizilmiş takımlar, aynı anda birlikte hareket ederek kesme yapmaktadır. İş parçasına ilk temas eden takım ile müteakip takımların talaş kaldırma oranları tasarıma göre aynı veya farklı olabilmektedir. Aynı yüzeyden kesme uygulamasında ise, deforme olmamış kalınlığı, freze çakılarına olduğu gibi kesici takımlar tarafından eşit miktarda paylaşılarak kesilmektedir (Şekil 1 b). Böylece kesme anında takımların rijitliği artmakta ve her takım için gerekli kesme kuvvetleri de azalmaktadır. EZT ile ilgili mevcut literatürde sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır. Kalidasan vd. [2] gri dökme demir malzemesinin SNMG 12 04 08 ve WNMG 08 04 08 TiN kaplamalı karbür olmak üzere iki farklı takımla EZT' sında sabit kesme hızı (75m/dak) değerinde, ilerleme miktarı, takımlar arası ofset mesafesi ve talaş derinliği gibi faktörlerin kesme ve ilerleme kuvvetleri üzerindeki etkilerini deneysel olarak araştırmışlardır. Sonuç olarak, sabit ve değişken talaş derinliği değerlerinde iş parçasına ilk temas eden takım ile ikinci takımda meydana gelen kesme ve ilerleme kuvvetlerinin önemli derecede değiştiği belirlenmiştir. Tang vd [3] EZT yöntemi için parçacık sürü optimizasyonu (PSO) tekniğini kullanarak, kesme kuvvetleri, takım ömrü ve tezgah gücü için iş parçasının çapı, talaş derinliği ve ilerleme miktarı faktörlerine bağlı olarak ampirik bağıntılar bulmuşlardır. Çalışmada tek ve çoklu paso uygulamaları için en uygun işleme koşulları belirlenmiştir. PSO tekniği ile yapılan tahminler ile deney sonuçları arasında yakın bir uyumun olduğu tespit edilmiştir. Öztürk vd. [4] EZT yönteminde kesici takımlar ile iş parçası arasındaki dinamik etkileşimler sonucu meydana gelen titreşimlere bağlı olarak işlenmiş yüzeylerde oluşan tırlama şeklindeki yüzey hasarlarını azaltmak amacıyla frekans ve zamana dayalı bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada aynı ve farklı yüzeylerden kesme işlemi yapan iki farklı uygulama için ayrı modeller

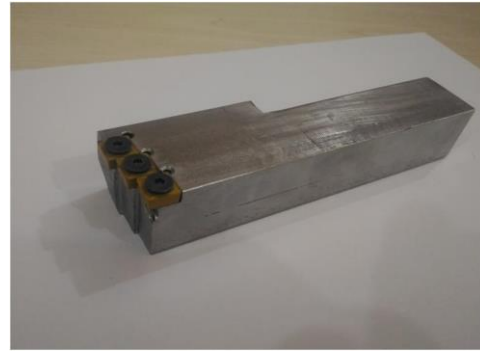
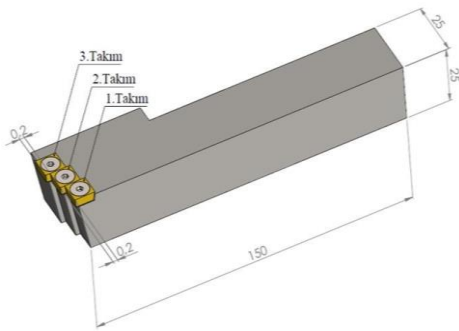
geliştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. İşleme anında oluşan ses gürültüleri ve titreşimler ölçülmüş ve ölçülen değerler ile yüzey kalitesi arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen modeller yardımıyla EZT uygulamalarında en uygun işleme koşullarının belirlenmesiyle yüzey kalitesinin arttırılabileceği tespit edilmiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, EZT yöntemiyle ilgili kesme kuvvetlerinin ölçülmesi, sistem optimizasyonu ve dinamik modelleme çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda tekli ve ikili takımlar kullanılmıştır. Ancak, işlem neticesinde yüzey kalitesinin işleme parametreleriyle değişimi üzerine yeterli çalışmaların yapılmadığı belirlenmiştir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmada, mevcut literatürden farklı olarak, üç takımın aynı tutucuya bağlanabildiği yeni bir takım tutucu modeli geliştirilmiş; ilerleme miktarı ve devir sayısı parametrelerine bağlı olarak tek paso sonucu iş parçasının her bir takımın işlediği yüzeyindeki ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek deneysel olarak tespit edilmiştir.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Çoklu takımlarla işlemede, her bir kesici takımın ayrı bir tutucuya bağlanması, kesme anında titreşimleri ve gürültüleri arttırarak yüzey kalitesini bozmaktadır [5]. Dolayısıyla sistemin rijitliğini arttırmak amacıyla, bu çalışmada üç takımın birlikte bağlanabildiği bir takım tutucu tasarlanmış ve imal edilmiştir. Şekil 2'de tasarlanan ve üretilen takım tutucu görülmektedir. Bu tutucu 90° yaklaşma açısına sahip olup, her bir takım arasındaki ofset mesafesi 0.2mm'dir. Dolayısıyla tek pasoda toplam 0.6mm talaş kaldırılmaktadır. Takımların bağlandığı yuvalar, takımlar arasındaki mesafe sıfır olacak şekilde CNC freze tezgahında açılmıştır. Takımların bağlanma mukavemetini arttırmak amacıyla S tipi bağlama (üstten vidayla sıkılmak suretiyle) tercih edilmiştir. Tutucunun gövdesi, deney yapılacak tezgaha ait tarete uygun olacak şekilde 25mmX25mm ölçülerinde işlenmiştir.



(a)

(b)

Şekil 2. EZT uygulaması için çoklu takım tutucu (a: model, b: imal edilmiş)

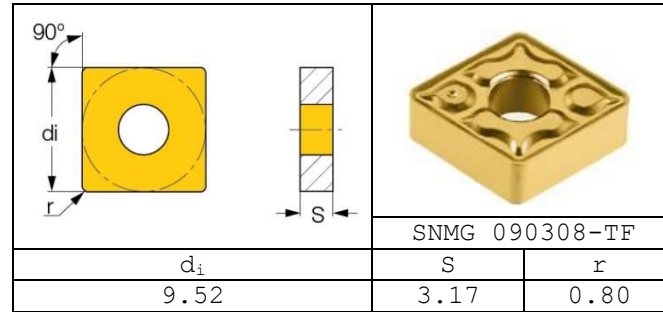
(Figure 2. Multi tools holder for EZT process (a: CAD data, b: manufactured)

Deneylerde ticari olarak temin edilmiş AISI 1050 çeliği kullanılmıştır. Bu çelik; cıvata, mil, aks, ağaç matkapları ve çekiç gibi sanayide birçok farklı malzemelerin yapımında kullanılmaktadır [6]. Bu çeliğe ait kimyasal bileşim Tablo 1'de verilmiştir. EZT

operasyonları için, 32mm çapında ve 350 mm uzunluğunda numuneler hazırlanmıştır. Deneylerde, 15 kW gücünde Johnford TC 35 CNC torna tezgahı kullanılmıştır. Numuneler, hidrolik ayna ve karşılık puntası arasına bağlanarak işlenmiştir. Deneylerde SNMG 090308-TF ISO standart numaralı uçlar kullanılmıştır. Bu takımlar, kare geometriye sahip olup, çift taraflı kullanılabilen, pozitif talaş açılı ve talaş kırıcı formu uçlardır. Orta karbonlu ve alaşımlı çeliklerin yanı sıra, paslanmaz çelikler ve ısıya karşı dayanıklı malzemelerin işlenmelerinde tercih edilirler. Özel tasarımları sayesinde, krater aşınmaları önemli derecede azaltılmaktadır. Takımlar TiN kaplamalı olup, maksimum 3mm derinliğinde talaş kaldırma kapasitelerine sahiptirler. Bu uçlara ait geometrik ölçüler Şekil 3'de görülmektedir.

Tablo 1. AISI 1050 çeliğinin kimyasal bileşimi.  
(Table 1. Chemical composition of AISI 1050 Steel)

C	Si	Mn	Cu	S	Cr	Ni	Fe
0.45	0.24	0.75	0.3	0.05	0.05	0.08	Kalan



Şekil 3. SNMG 090308-TF takımının geometrik ölçüleri.  
(Figure 3. Geometrical dimensions of SNMG 090308-TF tool)

Deneylerde, talaş derinliği ve takımlar arası açıklık (ofset) mesafesi sabit tutulurken iş parçasının devir sayısı ( $n$ ) ve ilerleme miktarı ( $f$ ) faktörleri değişken olarak seçilmiştir. Değişken faktörlerin her biri dört farklı seviyeye sahip olacak şekilde tam faktöriyel deneysel tasarım yöntemi kullanılarak toplam 16 deney gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de deneylerde kullanılan parametreler, seviyeleri ve işleme koşulları görülmektedir.

Tablo 2. EZT deney parametreleri ve faktör seviyeleri  
(Table 2. Experimental parameters and factor levels of EZT)

Parametre	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
İlerleme miktarı (mm/dak)	0.05	0.1	0.15	0.20
İş parçası devir sayısı (d/dak)	600	800	1000	1200
Her takım için talaş derinliği (mm)	0.2 (sabit)			
Takımlar arası ofset mesafesi (mm)	9.52 (uç kenar uzunluğu)			
İşleme durumu	Kuru işleme			

Deneyler sonrasında numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri, her bir takımın işlediği yüzeyden Mitutoyo SurfTest SJ-201 taşınabilir bir ölçüm cihazı yardımıyla 0.8mm örnekleme uzunluğu aralığında ölçülmüştür. Her yüzeyden 3 farklı ölçüm alınmış ve bu ölçümlerin aritmetik ortalamaları ortalama yüzey pürüzlülüğü olarak kabul edilmiştir. Kesici uçlarda meydana gelen serbest yüzey aşınması değerleri optik bir mikroskop yardımıyla ölçülmüştür. Çoklu takımlarla

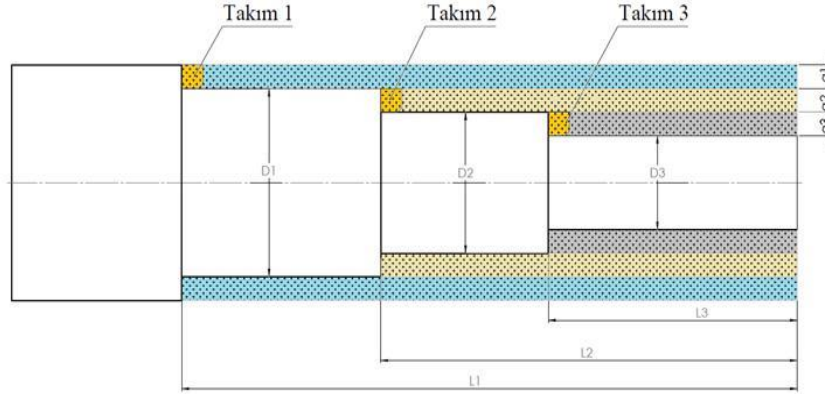
EZT işlemi şematik olarak Şekil 4'te görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, 1, 2 ve 3 no'lu takımın işlediği yüzeylerin uzunlukları sırasıyla  $L_1, L_2$  ve  $L_3$ 'tür. Bu yüzeylerin işlenmiş çapları ise sırasıyla  $d_1, d_2$  ve  $d_3$  olmaktadır. Şekilden ayrıca,  $L_1 > L_2 > L_3$  ve  $d_1 > d_2 > d_3$  bağıntıları yazılabilir. Takımların ofset mesafeleri eşit olduğundan; talaş derinlikleri  $a_1 = a_2 = a_3$  olmaktadır. İşleme boylarındaki ve çaplardaki bu değişimler, kesici takımın maruz kaldığı işleme koşullarını da değiştirmektedir. Tüm takım aynı tutucuya bağlandığından, her bir takım için ilerleme miktarı aynı olsa da, kesme hızları farklılık göstermektedir. Dolayısıyla takımlar için kesme hızları aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$V_1 = \frac{\pi \times d_1 \times n}{1000}, V_2 = \frac{\pi \times d_2 \times n}{1000} \text{ ve } V_3 = \frac{\pi \times d_3 \times n}{1000} \quad (1)$$

Burada,  $V_1, V_2$  ve  $V_3$ , birinci, ikinci ve üçüncü takım için kesme hızlarını göstermektedir. Diğer yandan takımın işleme süreleri ise aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$t_1 = \frac{L_1}{n \times f}, t_2 = \frac{L_2}{n \times f} \text{ ve } t_3 = \frac{L_3}{n \times f} \quad (2)$$

Burada,  $t_1, t_2, t_3$  takımın işleme sürelerini,  $n$  iş parçasının devir sayısını ve  $f$  ise ilerleme miktarını göstermektedir. Devir sayısı ve ilerleme miktarı sabit olduğundan, işleme boylarından  $t_1 > t_2 > t_3$  bağıntısı yazılabilir.



Şekil 4. EZT operasyonu  
(Figure 4. EZT Process)

Diğer yandan, 1 No'lu takımın talaş kaldırması esnasında kesme bölgesinde oluşan ısının bir bölümü iş parçasına transfer olmakta ve iş parçasında termal yumuşama gerçekleşmektedir. İş parçasındaki bu ısının etkisiyle malzemenin akma ve kesme mukavemetleri azalmakta ve kesilmeye karşı gösterdiği direnç de düşmektedir. Dolayısıyla 2 No'lu takım kesme yaparken daha az kuvvet gerekmektedir. Bu durum, 3No'lu takım için de devam etmekte ve bu takımda gerekli kesme ve ilerleme kuvvetlerinin şiddeti daha da azalmaktadır. Guo ve Liu [7], çalışmalarında bu sonuçları deneysel olarak tespit etmişlerdir.

#### 4. DENEYSEL SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

Deneyler sonrasında numunelerden alınan yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonuçları değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Bu değerlere ait grafikler ise Şekil 5'te görülmektedir. Tablo 3 ve Şekil 5 birlikte değerlendirildiğinde, her 3 takım da ilerleme miktarının artmasıyla

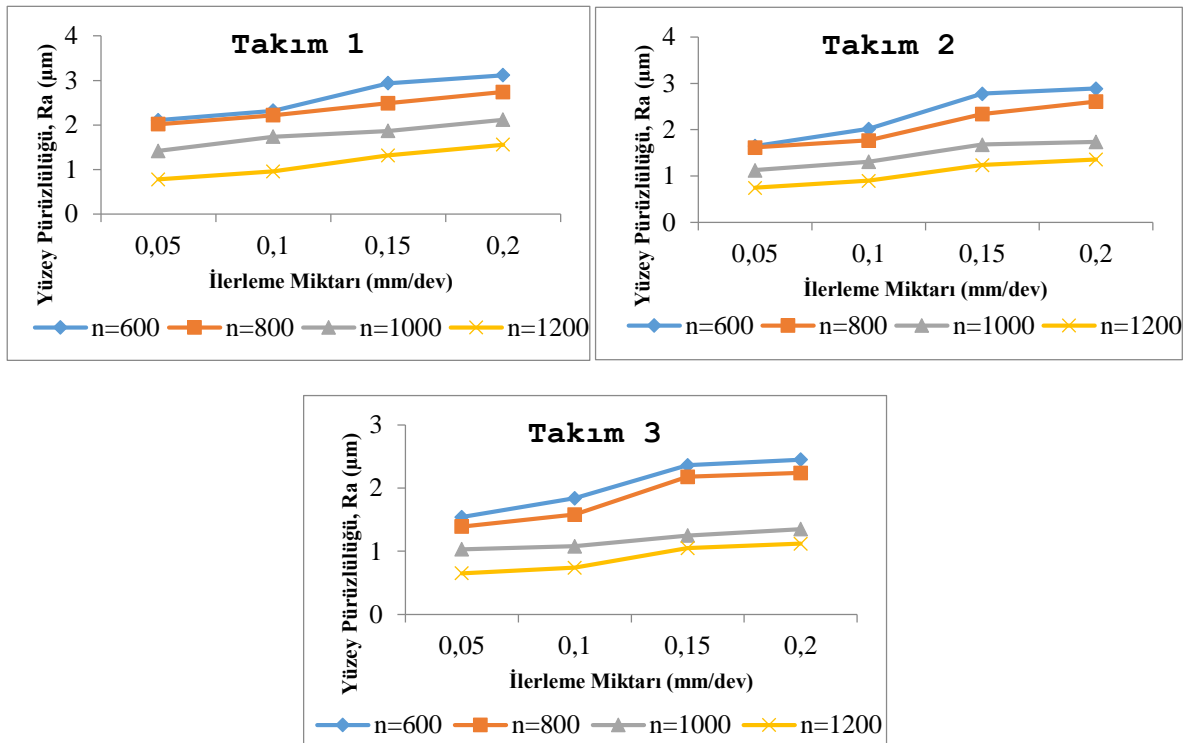
yüzey pürüzlülüğünün kötüleştiği görülmektedir. En kötü yüzeyler 1 No'lu takımında elde edilirken, en iyi yüzeyler 3 No'lu takımında meydana gelmiştir. Bu durum, 3. Bölümde de ifade edildiği gibi, kesme işlemine katılan takımların sıralamasıyla ilişkilendirilebilir. 1. ve 2. takımların talaş kaldırması neticesinde meydana gelen ısı nedeniyle, iş parçası malzemesi doğal bir ön ısıtmaya maruz kalmakta ve malzeme belirli bir sıcaklık değerinde işlendiğinden, sıcak işlenebilirlik koşulları oluşmaktadır.

Tablo 3. Deneysel ölçüm sonuçları  
(Table 3. Experimental measurement results)

Deney No	İş parçası devir sayısı, n (dev/dak)	İlerleme miktarı, f (mm/dev)	Ra ( $\mu$ m) (1. Takım)	Ra ( $\mu$ m) (2. Takım)	Ra ( $\mu$ m) (3. Takım)
1	600	0,05	2.11	1.65	1.54
2	600	0,1	2.32	2.02	1.84
3	600	0,15	2.94	2.78	2.36
4	600	0,25	3.12	2.89	2.45
5	800	0,05	2.02	1.62	1.39
6	800	0,1	2.22	1.77	1.58
7	800	0,15	2.49	2.34	2.18
8	800	0,25	2.74	2.61	2.24
9	1000	0,05	1.42	1.13	1.03
10	1000	0,1	1.74	1.31	1.08
11	1000	0,15	1.87	1.74	1.25
12	1000	0,25	2.12	1.68	1.35
13	1200	0,05	0.78	0.75	0.65
14	1200	0,1	0.96	0.90	0.74
15	1200	0,15	1.32	1.24	1.05
16	1200	0,25	1.56	1.36	1.12

Diğer yandan eşitlik 1'de de görüldüğü gibi, 3 No'lu takımın kesme hızı değeri en düşük seviyededir. Dolayısıyla bu takımın maruz kaldığı kesme kuvveti ve titreşimler de daha büyük değerlere sahip diğer çaplarda kesme yapan 1 ve 2 No'lu takımlara nazaran daha düşük olmakta ve yüzey pürüzlülüğü iyileşmektedir. Eşitlik 2 değerlendirildiğinde, 1 No'lu takımın iş parçasıyla temas süresi en fazladır. Dolayısıyla bu takımın işlediği ara bölgede oluşan sıcaklık değerinin diğer takımlara nazaran daha yüksek olması beklenir. Takım-talaş ara yüzeyindeki yüksek sıcaklıklar nedeniyle, muhtemelen takımındaki aşınma miktarları daha fazla olmakta ve yüzey pürüzlülüğü kötüleşmektedir [8].





Şekil 5. EZT yönteminde işlem parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi  
(Figure 5. Effect of processing parameters on surface roughness by EZT operation)

##### 5. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, AISI 1050 çeliğinin EZT yöntemiyle işlenmesinde 3 farklı takım bağlanabilen yeni bir tutucu tasarlanmış ve imal edilmiştir. 3 takımın aynı anda yapılan kesme işleminde, ilerleme miktarı ve devir sayısının numunelerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Sonuç olarak, bütün takımlarda ilerleme miktarının artmasıyla numunelerin yüzey pürüzlülük değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. En iyi yüzeyler 3 No'lu takımın elde edilirken, en kötü yüzeyler ise 1 No'lu takımın meydana gelmiştir. Bu işlemle, talaş kaldırma oranı artmakta, zaman ve maliyet azalmaktadır. Takımların açıklık mesafeleri (ofset aralığı) ayarlanarak suretiyle, talaş derinlikleri her bir takım için ayarlanabilir ve aynı anda farklı kalitelere sahip yüzeyler bu yöntemle elde edilebilir. EZT yöntemi, sanayideki uygulamalarda maliyet açısından önemli kazanımlar sağlayabilir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Brecher, C., Epple, A., Neus, S., and Fey, M., (2015). Optimal process parameters for parallel turning operations on shared cutting surfaces, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 95, 13-19.
2. Brecher, C., Epple, A., Neus, S., and Fey, M., (2015). Optimal process parameters for parallel turning operations on shared cutting surfaces, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 95, 13-19.
3. Kalidasan, R., Yatin, M., Senthilvelan, S., and Sarma, D.K., (2014). Preliminary experimental investigation on multi - tool



- 
- turning process, 5<sup>th</sup> & 26<sup>th</sup> All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014), 50-1-50-5.
4. Tang, L., Landers, R.G., and Balakrishnan, S.N., (2008). Parallel Turning Process Parameter Optimization Based on a Novel Heuristic Approach, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 130, 031002-31011.
  5. Ozturk, E., Comak, A., and Budak, E., (2016). Tuning of tool dynamics for increased stability of parallel (simultaneous) turning processes, *Journal of Sound and Vibration*, 360 17-30.
  6. Budak, E. and Ozturk, E., (2011). Dynamics and stability of parallel turning operations, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 60(1) 383-386.
  7. Sarıkaya, M. and Güllü, A., (2014). Taguchi design and response surface methodology based analysis of machining parameters in CNC turning under MQL, *Journal of Cleaner Production*, 65 604-616.
  8. Guo, Y.B. and Liu, C.R., (2002). FEM analysis of mechanical state on sequentially machined surfaces, *Machining Science and Technology*, 6(1), 21-42.



**Faruk Karaca**

Fırat University, fkaraca@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

**Engin Ünal**

Fırat University, fkaraca@firat.edu.tr, Elazig-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A14PB>

### **TI6AL4V ALAŞIMININ FREZELENMESİ İŞLEMİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE 3B MODELLENMESİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada iş parçası malzemesi olarak Ti6Al4V alaşımı seçilerek frezeleme işleme tabi tutulmuştur. Yapılan çalışmada mevcut literatür ışığında ANSYS analiz yazılımında sadece sayısal olarak çalışılmıştır. Analize esas olarak bir parmak freze çakısı ile Ti6Al4V alaşımı plakanın işlenmesi simüle edilmiştir. İşleme parametreleri olarak, parmak freze çakısının sabit ilerleme miktarında farklı devir sayısı ve talaş derinliği ele alınarak bu parametrelere karşı takım iş parçası arayüzünde meydana gelen sıcaklık ile sarf edilen enerji miktarı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz sonucunda artan devir sayısına bağlı olarak takım iş parçası arayüzündeki sıcaklığın artış eğiliminde olduğu bunun yanı sıra sarf edilen enerjinin de arttığı izlenmiştir. Öte yandan artan talaş miktarına bağlı olarak da benzer bir şekilde sıcaklığın ve sarf edilen enerjinin de arttığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ti6Al4V, Frezeleme, Isı Oluşumu,  
Sonlu Elemanlar Analizi, ANSYS

### **3D FINITE ELEMENT MODELLING OF TI6AL4V ALLOY IN THE MILLING OPERATION**

#### **ABSTRACT**

Ti6Al4V alloy is chosen as a subject of a milling operation in this study. The numerical analyses have been performed in ANSYS/Workbench according to previous studies. The machining of Ti6Al4V plate with end mill was simulated. The rotational speed and depth of cut at the constant feedrate were used the machining parameters. Hence, the temperature distribution and energy consumptions have been evaluated. Both of the temperature distribution and energy consumption are increased with increasing of rotational speed have concluded from the present study. On the other hand, the incremental of the depth of cut has been increased the temperature and energy consumption.

**Keywords:** Ti6Al4V, Milling, Heat Formation,  
Finite Element Analysis, ANSYS



### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Teknolojinin hızla değişimi ve gelişimi bütün sektörlerde devam ederken malzeme ve metalürji bilimi de bu sürecin başını çekmektedir. Günün çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli endüstriler için sürekli farklı malzeme talepleri ortaya çıkmaktadır. Bu endüstriler içerisinde değişim hızı en fazla olanlar ise başta elektronik, medikal olmak üzere havacılık ve uzay sanayileridir. Sayılan bu sektörlerde malzemelerde talep edilen ortak özellik ise ağır çalışma koşullarına dayanıklılık ile birlikte hafifliğin de olmasıdır. Bu özellikleri mevcut teknolojide bünyesinde bulunduran en önemli malzemelerden biri Ti6Al4V'dir. Ti6Al4V, başta korozyon ve ısıl etkileşimler ile aşınma direnci olmak üzere çeşitli ortam olumsuzluklarına karşı oldukça dayanıklı olmasının yanısıra oldukça da hafif bir malzemedir. Ancak bu avantajlarının beraberinde talaşlı işlenebilirliği düşük bir malzemedir [1 ve 6]. Herhangi bir malzemenin işlenebilirliğini değerlendirmek için malzemeye ait işlem sonrası bazı parametreler kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygını ise takım ucu-işparçası ara yüzündeki ısı oluşumu ile kesici takım ucundaki aşınma ve yüzey pürüzlülüğüdür [1 ve 2].

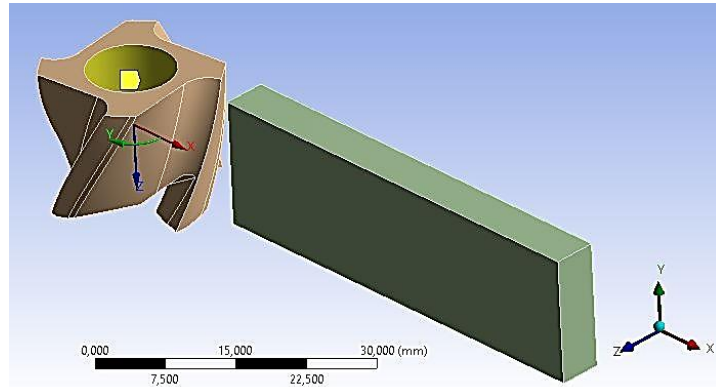
Takım ucundaki aşınma ve yüzey pürüzlülüğü ancak deneysel bir çalışmayla değerlendirilebilirken takım-iş parçası arasındaki ısı oluşum fenomeni, hem deneysel hem de sayısal çalışmalarla incelenebilmektedir. Takım ucundaki ısı oluşumunu deneysel olarak araştıran çalışmalarda genellikle termokupul yöntemi ile kızılötesi ısıölçer kamera veya pirometre yöntemleri kullanılmıştır [3]. Öte yandan takım ucundaki ısıyı araştıran sayısal çalışmalar da ise genellikle sonlu farklar ile sonlu elemanlar yöntemi tercih edilmektedir [4]. Bu bağlamda günümüzde, adı geçen bu yöntemleri bünyesinde bulunduran ANSYS yazılımı oldukça kullanışlı çözümler ortaya koymaktadır. ANSYS yazılımı bünyesinde barındırdığı çeşitli araç kutuları vasıtasıyla mekanik ve ısıl işlemleri simüle etmenin yanı sıra yapılan işleme ait hız, kuvvet, gerilme ve sıcaklık gibi farklı parametreleri analiz imkanı da sunmaktadır [7 ve 9]. Yapılan mevcut çalışmada ise Ti6Al4V malzemenin frezelenmesi esnasında takım - iş parçası ara yüzündeki meydana gelen ısı oluşumu ve sarf edilen enerji miktarı incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada ANSYS yazılım programı kullanılarak araştırma sadece sayısal açıdan değerlendirilmeye çalışılmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOD (MATERIALS AND METHODS)

Bu çalışmada, belirlenen bir parmak freze çakısı ile Ti6Al4V malzemenin işlenmesi esnasındaki sıcaklık değişimi ANSYS/Workbench yazılımı ile irdelenmiştir. Yapılan simülasyon çalışmalarında, kesici takım olarak 20mm çapında 20mm boyunda 30° helis açısına sahip 4 ağızlı bir parmak freze çakısı ile 10X20X50 [mm] ölçülerinde Ti6Al4V malzemenin bir iş parçası kullanılmıştır. Kesici takım ve iş parçasına ait görüntü Şekil 1'de görülmektedir. Kesici takım ve iş parçasının 3B katı modeli ANSYS/workbench'deki çizim kısmı kullanılarak çizilip modellenmiştir. İş parçası malzemesine ait çeşitli mekanik özellikler, ANSYS/Workbench kütüphanesindeki malzeme listesinden seçilmiştir. Bu özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Benzer şekilde kesici takım malzemesi olarak da yine ANSYS/workbench malzeme kütüphanesinden HSS malzeme tercih edilmiştir.

Tablo 1. Ti6Al4V malzemeye ait mekanik özellikler  
(Table 1. Mechanical properties of Ti6Al4V material)

Parametre	Değer	Birim
Yoğunluk	4419	kg/m <sup>3</sup>
Kayma Modülü	41900	MPa
Akma Dayanımı	210	MPa
Özgül Isı	525	J kg <sup>-1</sup> C <sup>-1</sup>
Ergime Sıcaklığı	1836,9	C
Akma Sınırı Başlangıcı	133	MPa
Maksimum Akma Gerilmesi	2120	MPa
Serleşme Katsayısı	12	MPa
Sertleşme üssü	0,1	



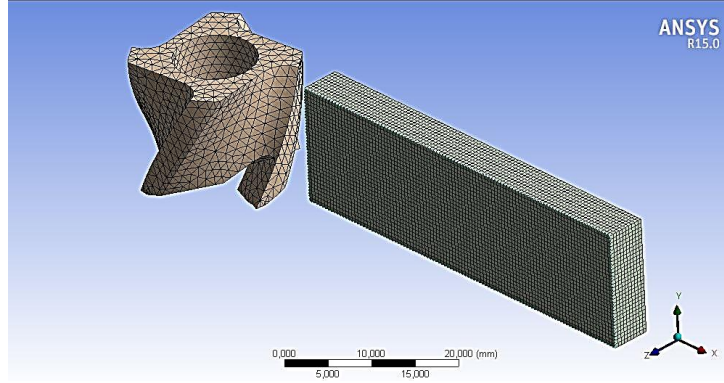
Şekil 1. Tasarlanan freze çakısı ile iş parçasına ait 3B katı model  
(Figure 1. 3D solid model of the workpiece and the cutter designed)

ANSYS analizleri ise, Intel Core 2 Duo 2800Mhz CPU, 4GB Ram and 2GB grafik işlemcisine sahip standart bir kişisel bilgisayarda gerçekleştirilmiştir. Sonlu elemanlar hesaplama yöntemi olarak zamana bağlı eksplisit yöntem tercih edilmiştir. Bu yöntemin en önemli avantajı ise eksplisit zaman integratörünün stabil olmasına bağlı olarak zaman artırımının geniş olması neticesinde çözümlerin gerçeğine çok yakın sonuçlar vermesidir. Explicit Dynamics iterasyonları çözmek için, zaman artışları için ANSYS 15'de otomatik artım seçeneği kullanılmıştır. Kesici takım ve iş parçası sonlu eleman modelleri 36998 nod, 40582 elemandan oluşmuş olup Intel Core 2 Duo CPU time T9600 @ 2.80 GHz bilgisayarda 525 dakika sürmüştür. Kesici takım için 0,5mm - 2mm boyutlarında üçgen eleman kullanılırken iş parçası için 0,5mm boyutunda kullanılmıştır. Kesici takımda özellikle temas bölgelerinde analiz hassasiyetini arttırmak için eleman boyutları küçültülmüştür. Analizlerde kullanılan parametreler ve seviyeleri Tablo 2'de sunulmaktadır. İş parçası ve kesici takıma ait modellere ait görseller Şekil 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Frezeleme işlemine ait parametreler ve seviyeleri  
(Table 2. Parameters and levels of milling operation)

Parametre	Seviye
Devir Sayısı (dev/dak)	90-120-150
İlerleme Miktarı (mm/dak)	450
Talaş Miktarı (mm)	1-2-3

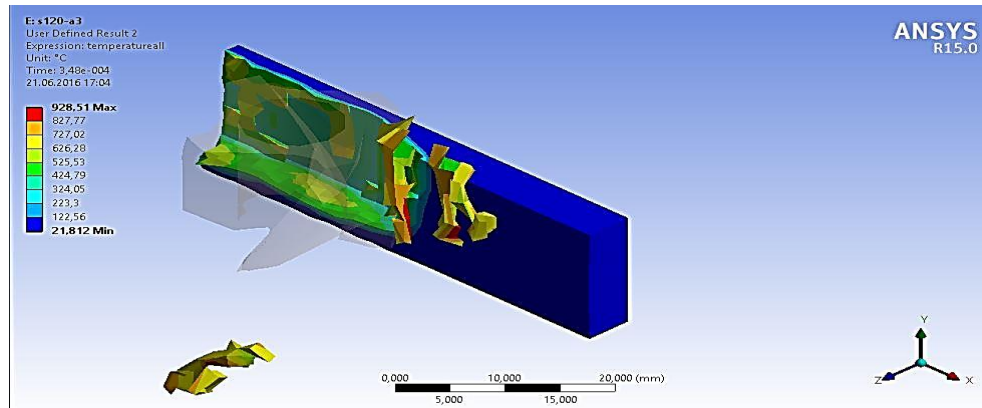
Frezeleme işleme ait simülasyonlarda ilerleme miktarı 450mm/dak. değerinde sabit tutulmuştur. Bunun yanısıra, devir sayısı ve talaş miktarı ise üçer farklı değer olarak ele alınmıştır. Daha sonra her bir denemeye ait sıcaklık ve enerji değerleri tespit edilerek işleme faktörlerinin bu parametreler üzerine etkileri değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Kesici takım ve iş parçasına ait mesh modelleri  
(Figure 2. Mesh models of the cutting tool and workpiece)

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Yapılan bu çalışmada Ti6Al4V malzemenin HSS parmak freze çakısı ile işlenmesi esnasında meydana gelen ısı oluşumu ve ortaya çıkan kırılma enerjisi ile iç enerji değerlendirmeye alınarak malzemenin işlenebilirliği sadece sayısal olarak ANSYS yazılımında sonlu elemanlar metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ANSYS yazılımında Şekil 3'de gösterildiği gibi frezeleme işlemi simüle edilerek işlem esnasında meydana gelen en yüksek sıcaklık değeri kaydedilmiştir. Ayrıca maksimum sıcaklık değerlerinin yanı sıra işleme ait kırılma enerjisi ve iç enerji de kaydedilmiştir. Kaydedilen bu değerler Tablo 3'de verilmektedir.



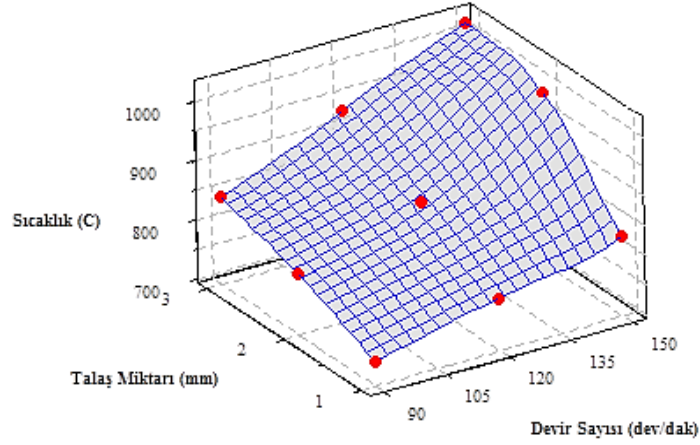
Şekil 3. Frezeleme işleminin ANSYS yazılımında simülasyonu  
(Figure 3. ANSYS simulation in the milling operation)

Tablo 3. Frezeleme işlemine ait sıcaklık, kırılma enerjisi ve iç enerjisi

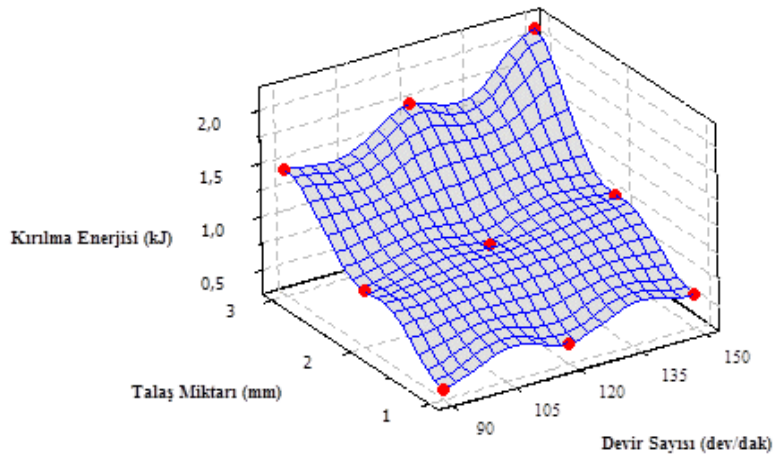
(Table 3. The temperature, hourglass energy, and internal energy of the milling operations)

Talaş Miktarı (mm)	Devir Sayısı (dev/dak)	Sıcaklık (C)	Kırılma Enerjisi (kJ)	İç Enerji (kJ)
1	90	736	0,38	0,37
2	90	799	0,81	0,83
3	90	842	1,46	1,14
1	120	783	0,47	0,53
2	120	859	0,91	0,93
3	120	928	1,74	1,29
1	150	828	0,59	0,68
2	150	987	1,04	1,03
3	150	1018	2,11	1,61

Tablo 3'de verilen değerlerin kullanılmasıyla Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'daki grafikler elde edilmiştir.

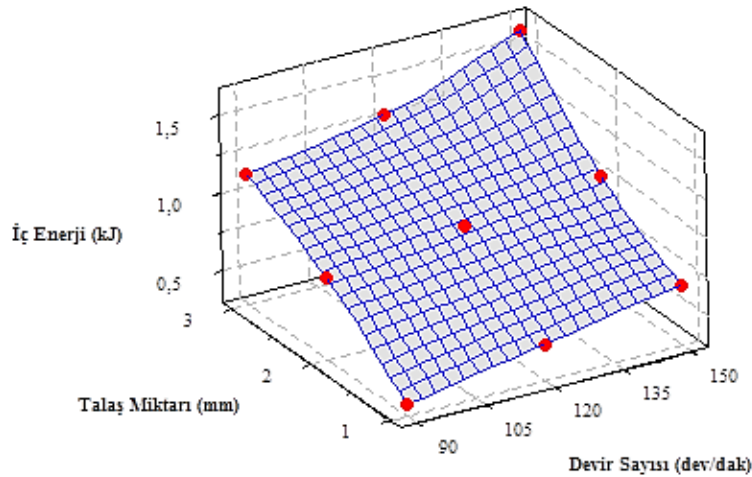


Şekil 4. Talaş miktarı ve devir sayısına bağlı sıcaklık değişimi  
(Figure 4. Temperature variation of depth of cut and rotational speed)



Şekil 5. Talaş miktarı ve devir sayısına bağlı kırılma enerjisi değişimi  
(Figure 5. Hourglass energy variation of depth of cut and rotational speed)

Tablo 3 ve Şekil 4 beraber incelendiğinde hem talaş miktarı hem de devir sayısının artışıyla beraber sıcaklığın da artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda elde edilen en yüksek sıcaklık değeri 1018 °C ile 3mm talaş miktarı ve 150 dev/dak devir sayısı faktör kombinasyonunun da elde edilmiştir. Dolayısıyla en yüksek parametre seviyelerinde en yüksek sıcaklık değeri elde edilmiştir. Benzer bir durum Şekil 5 ve Şekil 6'da da kendini göstermektedir. Şekil 5'de talaş miktarı ve devir sayısına bağlı olarak kırılma enerjisi değişimi sunulmaktadır. Sıcaklık değişiminde olduğu gibi kırılma enerji değerleri de artan talaş miktarı ve devir sayısına bağlı olarak artmaktadır. Ancak Şekil 5 dikkatli incelendiğinde kırılma enerjisinin, talaş miktarının 1mm'den 2mm'ye çıktığında yüzeysel bir artış göstermesine karşın 2mm'den 3mm'ye geldiğinde ise bariz bir artışın olduğu görülmektedir. Bu sonuç, artan talaş miktarının kopan madde miktarını artırarak enerjisinin de artmasına yol açması neticesinde ortaya çıkmıştır. Devir sayısının artışı açısından bakıldığında ise daha düşük eğimli bir kopma enerjisi artışı söz konusudur. Öte yandan tekrar Şekil 4 göz önüne alındığında ise sıcaklık artışının hem talaş miktarı hem de devir sayısı artışı ile şiddetli bir yükselişte olduğu görülmektedir. Dolayısıyla talaş miktarı ve devir sayısının meydana gelen sıcaklık artışında son derece önemli olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra kırılma enerjisi artışında en büyük etkiye sahip parametre ise talaş miktarı olarak görülmektedir.



Şekil 6. Talaş miktarı ve devir sayısına bağlı iç enerji değişimi  
(Figure 6. internal energy variation of depth of cut and rotational speed)

Talaş miktarı ve devir sayısının artışı iç enerjinin de artışında önemli ölçüde pay sahibidir. İç enerji parametresi ANSYS tarafından hesaplanan deformasyon enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bu durum Şekil 6'da açık bir şekilde gösterilmektedir. İç enerjinin en yüksek değeri 1,61kJ ile 3mm talaş miktarı ve 150 dev/dak devir sayısı kombinasyonunda elde edilmiştir. Sıcaklık, kopma ve iç enerjisi toplu halde değerlendirildiğinde, ANSYS/workbench yazılımının oldukça tutarlı sonuçlar verdiği söylenebilir. Çünkü literatürde, takım-talaş ara yüzeyindeki ısı oluşumu ve sıcaklık artışının asıl nedeninin ortagonal kesme esnasında kesici takım tarafından uygulanan zorlamanın iş parçasında plastik deformasyona sebep olması neticesinde ortaya çıkan deformasyon enerjisi olduğu sıklıkla ileri sürülen bir hipotezdir [7]. Dolayısıyla daha fazla talaş miktarı daha fazla



deformasyon enerjisi ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda hem kopma hem de iç enerjinin artışına paralel olarak ortaya çıkan sıcaklığın da artış eğiliminde olması beklenen bir durum gibi görünmektedir. Daha önceden literatürde sonlu elemanlar kullanılarak elde edilen sıcaklık değişimi analizlerinde de benzer şekilde talaş miktarı artırıldığında sıcaklığın artış gösterdiği ve mevcut çalışmada çıkan değerlere oldukça yakın sonuçlar olduğu görülmüştür [3 ve 4]. Diğer taraftan kesme hızının artmasıyla sıcaklığın artış gösterdiği bulgusu da hem deneysel hem de sonlu elemanlar analizlerinde ortaya çıkan yaygın bir sonuç olarak rapor edilmektedir [2]. Bu açıdan bakıldığında mevcut çalışmada artan devir sayısına bağlı olarak sıcaklığın artması literatürle paralellik göstermektedir. Sonuç olarak, yapılan mevcut çalışmada ortaya koyulan bulgular ve çıktılar literatürle büyük oranda paralellik göstermiştir. Dolayısıyla bu türden çalışmalar yaparken ANSYS/Workbench yazılımının özellikle sıcaklık ve enerji analizlerinde oldukça başarılı olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar ışığında hem talaş miktarının hem de devir sayısının artışının takım-talaş ara yüzeyindeki sıcaklığı artırdığı tespit edilmiştir. Bununla beraber yazılımın analizlerdeki başarısını artırmak için daha farklı işleme yöntemlerinde de test edilmesi bu alandaki çalışmalara büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Çalışkan, H. and Küçükköse M., (2015). The effect of aCN/TiAlN coating on tool wear, cutting force, surface finish and chip morphology in face milling of Ti6Al4V superalloy. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 50, 304-312.
2. Liu, H., Zhang, J., Jiang, Y., He, Y., Xu, X., and Zhao, W., (2016). Investigation on Morphological Evolution of Chips for Ti6Al4V Alloys with the Increasing Milling Speed. *Procedia CIRP*, 46, 408-411.
3. Mamedov, A. and Lazoglu, I., (2016). Thermal analysis of micro milling titanium alloy Ti-6Al-4V. *Journal of Materials Processing Technology*, 229, 659-667.
4. Batista, M., Morales, A., Gómez-Parra, A., Salguero, J., Puerta, F.J., and Marcos, M., (2015). 3D-FEM based methodology for analysing contour milling processes of Ti Alloys. *Procedia Engineering*, 132, 1136-1143.
5. Sanda, A., Arriola, I., Navas, V.G., Bengoetxea, I., and Gonzalo, O., (2016). Ultrasonically assisted drilling of carbon fibre reinforced plastics and Ti6Al4V. *Journal of Manufacturing Processes*, 22, 169-176.
6. Moussaoui, K., Segonds, S., Rubio, W., and Mousseigne, M., (2016). Studying the measurement by X-ray diffraction of residual stresses in Ti6Al4V titanium alloy. *Materials Science and Engineering: A* 667, 340-348.
7. Barrios, André Nozomu Sodayama, et al., (2014). Modeling heat transfer in die milling. *Applied Thermal Engineering* 64.1, 108-116.
8. Tsai, Mu-Ping, Nan-Chyuan Tsai, and Cheng-Wei Yeh., (2016). On milling of thin-wall conical and tubular workpieces. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 72, 395-408.
9. Cai, Yukui, et al., (2016). Influence of machined surface roughness on thrust performance of micro-nozzle manufactured by micro-milling. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 77, 295-305.



**Emre Turgut**

Fırat University, turgute@firat.edu.tr, Elazığ-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.2A15PB>

## BİR ISI DEĞİŞTİRİCİSİNDE OPTİMUM TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı; bir ısı değiştiricisinin içine farklı konumlarda ve kesitlerde yerleştirilen türbülatorların ısı transferi ve basınç kaybı üzerine olan etkilerinin Taguchi deneysel tasarım ve Gri ilişkisel analiz yöntemi ile incelenmesidir. Bu çalışmada eş eksenli bir ısı değiştiricisi kullanılmış ve deneyler türbülanslı akış için gerçekleştirilmiştir. Reynolds sayısı 10000 ile 20000 değerleri arasında seçilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen veriler neticesinde hesaplanan Nusselt sayısı ve basınç kaybı değerleri kullanılarak, bu ısı değiştiricisinde kullanılan türbülatorlar için optimum parametreler belirlenmiştir. Deneylere başlamadan önce Taguchi deneysel tasarım yöntemi kullanılarak parametreler ve bu parametrelere ait seviyeler belirlenmiştir. Daha sonra bu analiz yöntemi ile hem Nusselt sayısı hem de sürtünme katsayısı için optimum parametre seviyeleri ayrı ayrı tespit edilmiştir. Bunu takiben ANOVA kullanılarak bu parametrelerin Nusselt sayısı ve sürtünme katsayısı üzerindeki yüzde etkileri hesaplanmıştır. Son olarak ise Gri ilişkisel analiz yöntemi ile çoklu performans karakteristikleri incelenmiştir. Bu yöntem ile ısı transferi ve basınç kaybı ayrı ayrı olarak değil de beraber değerlendirilmiş ve ısı transferi için en yüksek, basınç kaybı için ise en düşük değerler dikkate alınarak optimum parametre seviyeleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Isı Değiştiricisi, Dönmeli Akış, Taguchi, ANOVA, Gri İlişkisel Analiz

## DETERMINATION OF OPTIMUM DESIGN PARAMETERS IN A HEAT EXCHANGER

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of turbulators which are located variously in a heat exchanger and have various shapes, by using Taguchi and Grey Relational Analysis. A coaxial heat exchanger is used and the experiments are run under turbulent flow conditions. Reynolds number varied from 10000 to 20000. Nusselt number and pressure drop are used as the result of this study to determine the optimum value of the design parameters. Before starting the tests, the parameters and the levels of the parameters are determined by Taguchi method. Afterwards optimum parametric levels of both the Nusselt number and friction factor are obtained. In addition to this, the ANOVA is used to estimate the percentage contribution of those parameters on Nusselt number and friction factor. And finally multi performance characteristics are found by using Grey relational analysis. By this method the heat transfer and friction factor are not handled separately, but the highest value for heat transfer and lowest value for friction factor are handled at the same time.

**Keywords:** Heat Exchangers, Swirl Flow, Taguchi, ANOVA, Grey Relational Analysis

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dönmeli akışlar ve bunu sağlayan dönmeli akış üreticilerinin pratikte çok geniş bir uygulama alanı vardır. Dönmeli akışlar, sönmelenen ve sönmelenmeyen dönmeli akışlar olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Sönmelenen dönmeli akışta; dönmeli akış üreticileri, genel olarak ısı değiştiricisinin iç borusunun giriş kısmına yerleştirilerek elde edilen dönmeli akışın serbest olarak gelişmesi sağlanmakta ve bir müddet sonra ise bu akış sönmelenmesine izin verilmektedir. Sönmelenmeyen dönmeli akışta ise türbülatoörler boru boyunca yerleştirilmekte ve akışta meydana gelen dönme etkisinin boru boyunca oluşması sağlanmaktadır. Literatürde, ısı transferini artırmak amacıyla kullanılan dönmeli akışlar ve türbülatoörler ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Türbülatoörlerin ısı transferi üzerine etkileri ilk olarak 1921 yılında Royds tarafından ele alınmıştır [1]. Kongkaiptaiboon vd. bir ısı değiştiricisinde kullanılan dairesel kesitli türbülatoörlerin ısı transferi ve akış sürtünmesi üzerine olan etkilerini deneysel olarak incelemiştir. Değişen çap oranları ve farklı hatveler ile oluşturulan dönmeli akış neticesinde ısı transferinde %195'lere varan oranlarda bir artış olduğunu gözlemlemiştir [2].

Sahiti vd. çift borulu bir ısı değiştiricisinde, farklı bir şekilde düzenlenen iğne şeklindeki kanatçıklardan oluşan bir düzeneğin, ısı transferi ve basınç düşüşü üzerine olan etkilerini inceleyerek optimize etmişlerdir [3]. Eiamsa-ard vd., delta kanatlara sahip olan bükülmüş şerit şeklinde imal edilen türbülatoörlerin; ısı transferi, akış sürtünmesi ve termal performans üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu türbülatoörlerin tipik olarak üretilen bükülmüş şerit şeklindeki türbülatoörlere göre ısı transferini ve termal performansı sırasıyla 1.64 ve 1.13 kat artırdığı sonucuna varmışlardır. Bununla beraber sürtünme faktöründe de 1,95 katlık bir artış olduğunu gözlemlemiştir [4]. Turgut vd., üzerinde dairesel kesitli delikler bulunan pin-fin türbülatoörlerin ısı transferi ve basınç kaybı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kanatçıkların üzerindeki delik çapının azalmasının ısı transferini ve basınç kaybını artırdığını; kanatçıklar arasındaki mesafenin artmasının ısı transferi ve basınç kaybını artırdığı sonucunu elde etmişlerdir [5]. Yakut vd. altıgen şeklinde kanatçıkların kullanıldığı bir ısı değiştiricisinde; parametrelerin ısı transferi ve basınç kaybı üzerinde olan etkileri Taguchi deneysel tasarım metodu kullanarak optimum parametre seviyelerini belirlemiştir [6].

Şahin vd., türbülanslı akış durumu için kare kesitli ve üzerlerinde delik bulunan kanatçıkların bir ısı değiştiricisinin performansına olan etkilerini incelemişler ve Taguchi metodu ile de deneylerde kullanılan parametrelerin optimum seviyelerini belirlemiştir [7]. Şahin vd., dikdörtgen şeklinde tasarlanan kanatçıkların ısı transferi ve basınç kaybı üzerindeki etkisini incelemiştir. Bunun için Taguchi deneysel tasarım yöntemini kullanan araştırmacılar; hem Nu sayısı hem de f değerleri için ayrı ayrı optimum parametre seviyelerini belirledikten sonra bu iki performans karakteristiklerini birlikte değerlendirerek (yüksek Nu sayısı ve düşük f değeri) optimum seviyeleri elde etmişlerdir [8]. Zeng vd. ısı değiştiricisinde kullanılan vorteks üreticilerinin ısı değiştiricisinin performansına olan etkisini Taguchi deneysel tasarım metoduyla incelemiştir. Oluşturdukları 18 modelin her birinin ısı transferi ve akış karakteristiklerini analiz ederek optimum seviyeleri tespit etmişlerdir [9]. Yang vd. kanatlı borulu bir ısı değiştiricisinin bir meskendeki termal performansını Taguchi metodu ile incelemiştir. Optimum modelin referans model ile kıyaslanması neticesinde; ısı transferi oranı ve çalışma sürelerinde, sırasıyla

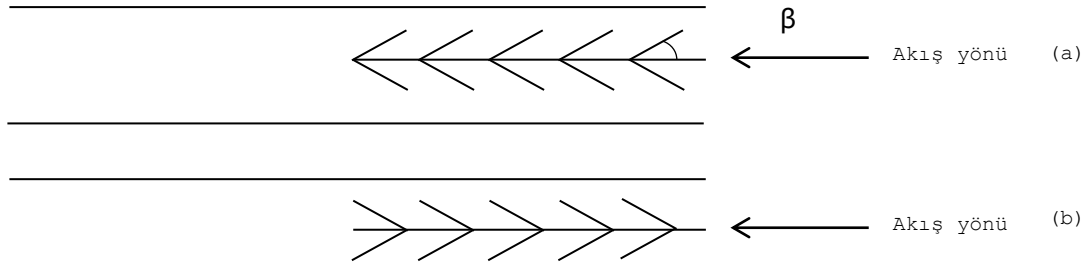
%6.3 ve %12.9 oranlarında bir artış olduğunu görmüşlerdir [10]. Chiang vd. iğne kanatçık şeklindeki türbülatorlerin optimum tasarım parametrelerini gri ilişkisel analiz yöntemi ile incelemişlerdir [11]. Zheng vd. gri ilişkisel metodunu sürdürülebilir bina uygulamaları için kullanmışlardır [12]. Literatürde gerek Taguchi gerekse Gri ilişkisel analiz ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ve 20]. Bu çalışmada ise, 3 farklı açıda olan ve ısı değiştiricisinin iç borusunun girişine yerleştirilen türbülatorlerin; oluşturulan sönümlenen dönmeli akış neticesinde ısı transferi ve basınç kaybı üzerine olan etkilerini Taguchi ve Gri ilişkisel analiz yaklaşımları ile değerlendirerek optimum tasarım parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Günümüzün en önemli konusu hiç şüphesiz ki enerjidir. Enerji çok çeşitli yollarla elde edilmekle birlikte günümüzde enerji üretimi özellikle fosil kökenli yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil kökenli yakıtların bir gün bitecek olması ise yeni enerji kaynaklarına yönelme ve enerjinin verimli kullanılmasını konularını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu çalışmada ısı değiştiricisinden maksimum ısı transferi sağlamayı amaçlarız ve bu amaca yönelik olarak da türbülatorler kullanırız. Türbülatorler ısı transferini artırmakla birlikte basınç kaybını da artırabilirler bu sebeple hem ısı transferinin yüksek hem de basınç kaybının düşük olmasını isteriz. Bu çalışma ile, ısı transferi için yüksek ve basınç kaybı için ise düşük durumları göz önüne alarak bir değerlendirme yapılarak optimum seviyeler belirlenmiştir.

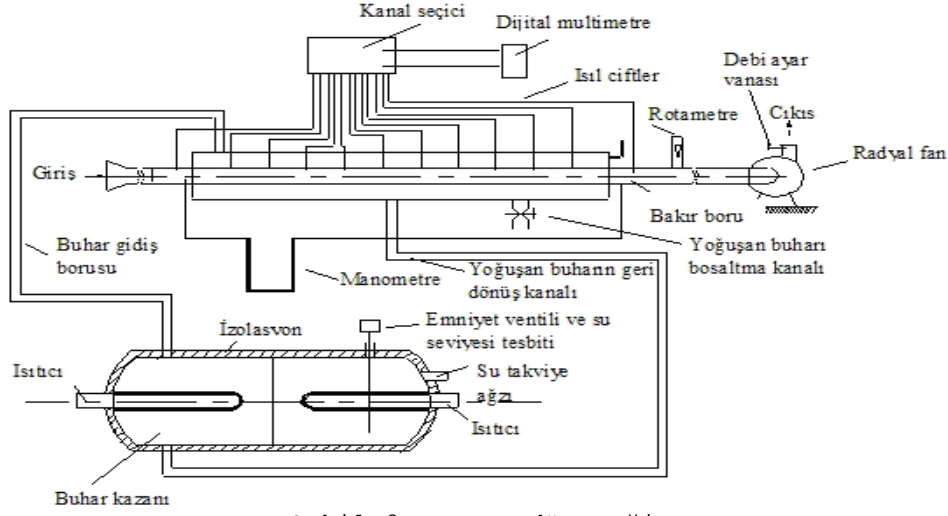
## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Bu çalışmada, iç içe iki borudan oluşan eş eksenli bir ısı değiştiricisi kullanılmıştır. Bu ısı değiştiricisinde kullanılmak üzere tasarlanan türbülatorler Şekil 1'dedir. Her bir kenarı 30 mm uzunluğunda olan 6 adet kanatçık, aralarında 50 mm olacak şekilde ve 20°, 30° ve 40° açılarında; Şekil 1'de görüldüğü gibi ısı değiştiricisinin girişine iki farklı konumda yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Dönme elemanı (Figure 1. Swirl element)

Deney düzeneğinde kullanılan ısı değiştiricisinin iç borusu bakırdan imal edilmiş olup, 60 mm iç çapında ve 900 mm uzunluğundadır. Dış boru ise galvanizli sacdan, 210 mm çapında ve 750 mm uzunluğunda imal edilmiştir. Deney düzeneğinde kullanılmak üzere; 50 litre su hacmine sahip olan bir buhar kazanında üretilen buhar; ısı değiştiricisinin iç borusu ile dış borusu arasında bulunan boşluğa gönderilmiştir. Böylelikle bakırdan yapılan iç borunun dış yüzeyinin sürekli olarak buhar ile teması sağlanmıştır. Sisteme sürekli olarak gönderilen ve değiştiricide yoğuşan buharın dış ortama verilmesiyle deney düzeneğinin çalışması sağlanmıştır. Deney düzeneğine ait olan şematik görünüş Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Deney düzeneği  
(Figure 2. Experimental set-up)

#### 4. DENEY TASARIMI (EXPERIMENTAL DESIGN)

Bilimsel araştırmaların önemli bir kısmını deneysel çalışmalar oluşturmaktadır. Deneysel çalışmalar gerekli olmasının yanında bir o kadar da zaman, emek, para ve dikkat gerektiren çalışmalardır. Bu sebeple deneylere başlamadan önce doğru bir deneysel tasarım yapılması gerekmektedir. Deney tasarım yöntemleri çok geniş kullanım alanına sahiptir ve bu farklı alanlara uygulanırken istatistik biliminden faydalanılır. Kullanılan deney tasarımı yöntemleri ile elde edilecek ürünün (ya da sonucun) kalitesi artmakta, maliyetler azalmakta ve deney sayısını önemli oranda azaltarak maddi kaynakların çok daha etkin kullanılması sağlanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan Taguchi deneysel tasarım yöntemi Dr. Genichi Taguchi tarafında geliştirilmiştir. Bu metoda göre deneysel çalışmadan elde edilen sonuçların analiz edilebilmesi için  $S/N$  (Sinyal/Gürültü) oranı olarak bilinen bir değer kullanılır ve deneylerden elde edilen sonuçlar bu  $S/N$  oranına çevrilir. "S" yani Sinyal çalışmadan elde edilen gerçek değer,  $N$  yani Gürültü ise deney tasarımına katılmayan fakat deney sonuçlarını önemli derecede etkileyen faktörleri ifade etmektedir.  $N$ , elde edilmek istenen performans karakteristiklerinin (ki bu çalışmada Nusselt sayısı-  $Nu$  ve sürtünme faktörüdür- $f$ ) hedef değerden sapmasına yol açan bütün faktörler olarak da tanımlanabilir. Yani  $N$  değeri ne kadar az olursa sonuçlar da o denli sağlıklı olacaktır. O halde Taguchi yaklaşımında esas amacımız  $S/N$  oranını maksimumda tutmak olacaktır. Literatür farklı  $S/N$  oranları olmakla birlikte, bu çalışmada; Nusselt sayısı için "büyük iyi" ve sürtünme faktörü için ise "küçük iyi" kriterleri kullanılmıştır.

Küçük iyi için;

$$\eta = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) \quad (1)$$

Büyük iyi için;

$$\eta = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{Y_i^2} \right) \quad (2)$$

burada  $Y$  performans karakteristiği,  $n$  ise  $Y$  değerlerinin sayısını ifade etmektedir. Bu çalışma için seçilen parametreler ve seviyeleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Parametreler ve seviyeleri  
(Table 1. Parameters and levels)

Parametreler	Seviyeler		
	1.	2.	3.
A-Konum	(a)	(b)	
B-Açı	20	30	40
C-Reynolds	5000	10000	15000

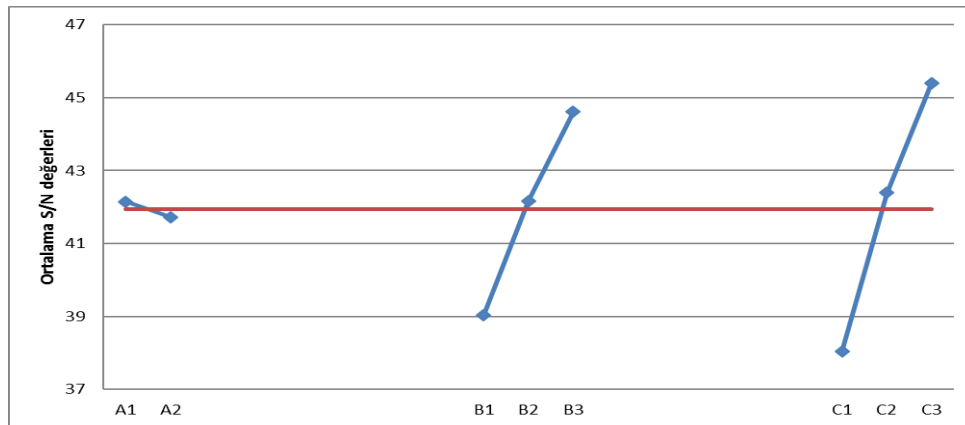
Nusselt sayısı ve  $f$  için  $L_{18}$  deney tasarımı ve  $S/N$  oranları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.  $S/N$  oranları ve ortogonal dizin  
(Table 2.  $S/N$  ratios and orthogonal array)

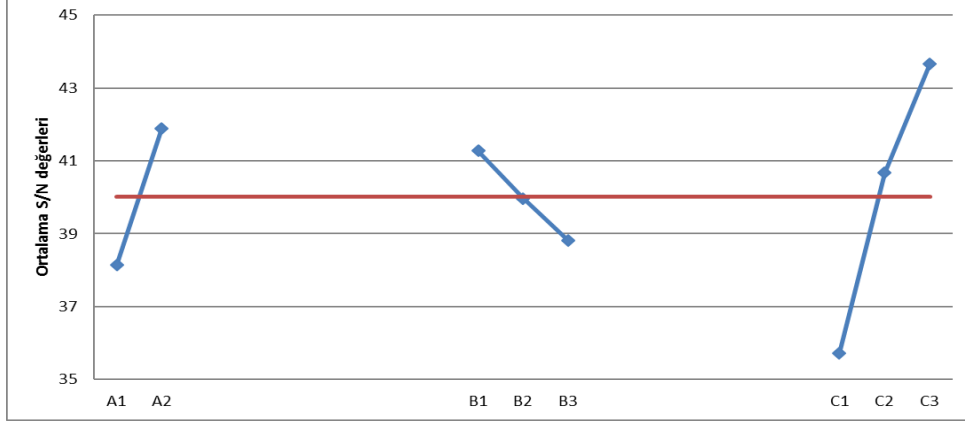
Deney no	Parametreler			S/N	
	A	B	C	Nu	f
1	1	1	1	34,81	35,14
2	1	1	2	39,83	39,02
3	1	1	3	43,55	43,36
4	1	2	1	38,12	33,27
5	1	2	2	42,92	38,14
6	1	2	3	46,03	43,09
7	1	3	1	41,25	31,34
8	1	3	2	45,07	37,62
9	1	3	3	47,78	42,27
10	2	1	1	33,80	39,93
11	2	1	2	39,38	44,61
12	2	1	3	42,88	45,59
13	2	2	1	38,49	37,99
14	2	2	2	42,39	43,09
15	2	2	3	45,03	44,21
16	2	3	1	41,76	36,65
17	2	3	2	44,76	41,51
18	2	3	3	47,06	43,45

##### 5. DENEY SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

Tablo 2'de verilen  $S/N$  oranlarının ortalamalarının alınmasıyla elde edilen ortalama  $S/N$  değerlerini gösteren grafikler Şekil 3 ve Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 3. Nusselt için ortalama  $S/N$  değerleri  
(Figure 3. Mean  $S/N$  values for Nusselt number)



Şekil 4. f için ortalama S/N değerleri  
(Figure 4. Mean S/N values for f)

Yukarıda da belirtildiği gibi optimum parametre seviyeleri her zaman S/N oranlarının en büyük olduğu değerlerde gerçekleşmektedir. Şekil 3'den de görüldüğü üzere A parametresinin 1. seviyesi, B parametresinin 3. seviyesi ve C parametresinin 3. seviyelerinde Nusselt sayısı için optimum değerler elde edilmiştir. Yani; Nusselt sayısının en büyük değerini elde edebilmek için A1B3C3 seviyeleri seçilmelidir. Aynı şekilde f için de Şekil 4 incelendiğinde; A parametresinin 2. seviyesi, B parametresinin 1. seviyesi ve C parametresinin 3. seviye değerlerinde optimum şartlar sağlanmaktadır. Yani optimum f için A2B1C3 seviyeleri dikkate alınmalıdır.

S/N oranlarını kullanarak yaptığımız değerlendirmelere ek olarak yapılan ANOVA (Analysis of Variance) ile; parametrelerin incelenen performans karakteristikleri üzerlerindeki yüzde etkileri belirlenmektedir. Tablo 3 ve Tablo 4'de bu analiz sonuçları yer almaktadır. Tablo 3'de Nusselt sayısı için elde edilen ANOVA sonuçları görülmektedir. En etkin parametre %61 ile Reynolds sayısı ve sonra da %35 ile türbülator açısıdır. Gerçekleştirilen F testi ile (Tabloda yer alan F değerlerinin referans değerler ile kıyaslanması neticesinde) tablodan da görüldüğü gibi türbülatorların yerleştirilme düzeninin sonuç üzerinde bir etkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3. Nusselt sayısı için ANOVA sonuçları  
(Table 3. ANOVA results for Nusselt number)

Parametreler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Varyans	F Test	Yüzde
A	1	0,80	0.81	1.68	0.12
B	2	93.61	46.81	97.12*	35.07
C	2	163.95	81.98	170.08*	61.70
Hata	12	5.78	0.482		3.11
Toplam		264.15			

\* %95 Güven Seviyesini Sağlayan Parametreler

Tablo 4'de ise sürtünme faktörü için hesaplanan değerler görülmektedir. Reynolds sayısı yine en etkin parametredir. Türbülatorların yerleştirilme düzeninin etkisi %21, açının etkisi ise %5 civarındadır. Tablo 4'ten de görüldüğü gibi, yapılan F test sonuçlarına göre bütün parametrelerin sonuç üzerinde kayda değer etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Sürtünme faktörü için ANOVA sonuçları  
(Table 4. ANOVA results for friction factor)

Parametreler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Varyans	F Test	Yüzde
A	1	63.49	63.49	52.56*	21.52
B	2	18.30	9.15	7.56*	5.49
C	2	196.05	96.53	79.78*	65.89
Hata	12	14.53	1.21		7.09
Toplam		289.37			

\* %95 Güven Seviyesini Sağlayan Parametreler

## 6. GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ (GREY RELATIONAL ANALYSIS)

Gri ilişkisel analiz yöntemi ilk olarak Julong Deng tarafından 1982 yılında ileri sürülmüştür. Bu yöntem ile kısaca, incelenen performans karakteristiklerinin birlikte değerlendirilmesi söz konusudur. Bu değerlendirme neticesinde birden fazla performans karakteristiği olması durumunda optimum parametre seviyelerinin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Yukarıda, Taguchi metodu ile hem Nusselt sayısı için (ki burada Nusseltin büyük olması istenir) hem de sürtünme faktörü için (burada f nin küçük olması istenir) optimum seviyeler ayrı ayrı elde edilmişti. Gri analiz ile Nusselt sayısı ve f değerleri birlikte değerlendirilerek yeni bir analiz gerçekleştirilmektedir. Bunu yapabilmek için öncelikle normalleştirme işlemi yapılmalıdır. Bunun yapılabilmesi için de "daha büyük daha iyi-B.İ." ve "daha küçük daha iyi-K.İ." kriterlerinden hangilerinin kullanılacağına karar verilir. Bu çalışmada Nusselt için B.İ. ve f için K.İ kriterleri kullanılacaktır. Bu kriterler;

B.İ. kriteri

K.İ. kriteri

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3)$$

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (4)$$

burada;  $x_i^{(0)}(k)$  orijinal değeri,  $x_i^*(k)$  normalizasyondan sonraki değeri,  $\min x_i^{(0)}(k)$   $x_i^{(0)}(k)$ 'nin minimum değerini ve  $\max x_i^{(0)}(k)$   $x_i^{(0)}(k)$ 'nin maksimum değerini göstermektedir. Analiz sonucunda Nu ve f için normalize edilen değerler Tablo 6'da sunulmuştur.

Normalizasyon işlemi gerçekleştikten sonra Gri ilişkisel analiz yönteminin amacı olan değerlendirmeyi yapabilmek için gri ilişkisel derecenin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için de öncelikli olarak gri ilişkisel katsayı değeri bulunmalıdır. Bu değer;

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (5)$$

denklemler ile hesaplanır. Burada  $\zeta$  "ayrıştırıcı katsayı" olarak adlandırılır. Hesaplamalarda genellikle 0.5 olarak alınır.  $\Delta$  ise, gerçekleştirilen normalizasyon sonrasında elde edilen değerler ile referans değeri arasındaki fark olarak ifade edilir.  $\Delta_{\max}$  bu fark değerleri arasındaki maksimum,  $\Delta_{\min}$  ise minimum değer olarak tanımlanmaktadır.

Gri ilişkisel derece ise;

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n w_k \xi_i(k) \quad (6)$$

Formülü ile bulunmaktadır. Burada  $w_k$  normalize edilmiş faktörün ağırlık değerini ifade etmektedir. Bu çalışmada çoklu performans karakteristiğinin belirlenmesinde ağırlıklar eşit oranda



kullanılmıştır. Yukarıda verilen denklemler yardımı ile hesaplanan Gri ilişki katsayısı ve gri ilişki derece değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Normalize edilmiş değerler  
(Table 5 Normalized values)

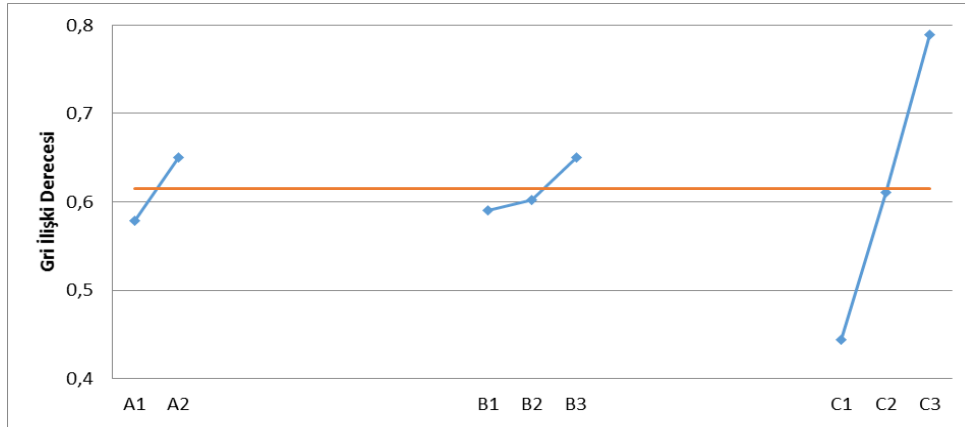
Deney No	Parametreler			Normalize Edilmiş Değerler	
	A	B	C	Nu	f
1	1	1	1	0,0306	0,4391
2	1	1	2	0,25	0,7276
3	1	1	3	0,5179	0,9295
4	1	2	1	0,1607	0,2468
5	1	2	2	0,4643	0,6731
6	1	2	3	0,7714	0,9199
7	1	3	1	0,3393	0,0000
8	1	3	2	0,6643	0,6378
9	1	3	3	1,0000	0,8878
10	2	1	1	0,000	0,7788
11	2	1	2	0,2250	0,9712
12	2	1	3	0,4607	1,0000
13	2	2	1	0,1786	0,6635
14	2	2	2	0,4214	0,9199
15	2	2	3	0,6607	0,9583
16	2	3	1	0,3750	0,5673
17	2	3	2	0,6321	0,8588
18	2	3	3	0,9000	0,9327

Tablo 6. Gri ilişkisel katsayı ve Gri ilişkisel derece değerleri  
(Table 6. Grey relational coefficient and Grey relational grade values)

Deney no	Parametreler			Gri İlişkisel Katsayı		Gri İlişkisel Derece	Sıralama
	A	B	C	Nu	f		
1	1	1	1	0,3403	0,4713	0,4058	16
2	1	1	2	0,4000	0,6473	0,5237	12
3	1	1	3	0,5091	0,8764	0,6927	6
4	1	2	1	0,3733	0,3990	0,3862	17
5	1	2	2	0,4828	0,6047	0,5437	11
6	1	2	3	0,6863	0,8619	0,7741	3
7	1	3	1	0,4308	0,3333	0,3821	18
8	1	3	2	0,5983	0,5799	0,5891	10
9	1	3	3	1,0000	0,8168	0,9084	1
10	2	1	1	0,3333	0,6933	0,5133	13
11	2	1	2	0,3922	0,9455	0,6688	8
12	2	1	3	0,4811	1,0000	0,7405	5
13	2	2	1	0,3784	0,5977	0,4880	15
14	2	2	2	0,4636	0,8619	0,6627	9
15	2	2	3	0,5957	0,9231	0,7594	4
16	2	3	1	0,4444	0,5361	0,4903	14
17	2	3	2	0,5761	0,7761	0,6761	7
18	2	3	3	0,8333	0,8814	0,8573	2

Tablo 6'da yer alan gri ilişki derecelerinin ortalama değerlerini gösteren grafik Şekil 5'tedir. Gri ilişkisel analizde de tıpkı Taguchi yönteminde olduğu gibi en yüksek Gri ilişki derecesi dikkate alınarak analiz gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple; Şekil 5'ten de görüldüğü üzere A2B3C3 parametre seviyelerinde optimum sonuç

elde edilmektedir. Yani; Nusselt sayısı için en büyük, sürtünme faktörü (f) için en küçük değer istendiğinde bu seviyeler dikkate alınmalıdır.



Şekil 5. Tasarım parametrelerinin çoklu performans üzerindeki etkisi (Figure 5. Effect of the design parameters on the multi-performance)

Bu seviyelerin çoklu performans karakteristiği üzerindeki etkisi ise Tablo 7'den anlaşılabilir. Burada; her bir parametrenin seviyelerinin maksimum ve minimum değerleri arasındaki fark hangisinde en büyükse çoklu performansa etki eden en önemli parametre de odur. Tablodan görüldüğü üzere, çoklu performansa etki eden en önemli parametre Reynolds sayısı, türbülatorlerin yerleştirilme düzeni ve türbülator kanatçıklarının açısı olarak sıralanabilir (0,3445>0,0723>0,0597).

Tablo 7. Tasarım parametre seviyeleri ve değerleri (Table 7. The values and level of the design parameters)

Parametreler	1. Seviye	2. Seviye	3. Seviye	Max-Min
A	0.5784	0.6507		0.0723
B	0.5908	0.6024	0.6505	0.0597
C	0.4443	0.6107	0.7888	0.3445

## 7. GENEL SONUÇLAR (GENERAL CONCLUSIONS)

Bu çalışmada eş eksenli bir ısı değiştiricisinin iç borusunun girişine yerleştirilen türbülatorler ile oluşturulan sönümlenen dönmeli akışın ısı transferi ve basınç kaybı üzerine olan etkisi Taguchi deneysel tasarım yöntemi, ANOVA ve Gri ilişkisel analiz metodu ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda;

- Hem ısı transferi (Nusselt sayısı) hem de sürtünme faktörü (f) için optimum değerler belirlenmiştir. Isı transferi için A1B3C3 ve sürtünme faktörü için A2B1C3 seviyelerinde optimum sonuçlar elde edilmiştir.
- Isı transferi üzerindeki en etkin parametre %61'lik oran ile Reynolds sayısıdır. Türbülatorlerin yerleştirilme düzeninin sonuç üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır.
- Sürtünme faktörü için de en etkin parametre %65'lik oran ile Reynolds sayısı olarak bulunmuştur. Sürtünme faktörü için bütün parametrelerin sonuç üzerinde etkisi bulunmaktadır. Isı transferi için etkili olmayan türbülatorlerin diziliş düzeni, sürtünme faktörü için %21 oranında etkili olduğu görülmüştür. Isı transferinde %35 etkisi olan kanat açısının sürtünme faktöründe %5'de kaldığı görülmüştür.

- Gri analiz neticesinde her iki performans karakteristiği birlikte değerlendirildiğinde en etkin parametrenin Reynolds sayısı, sonra türbülatorların diziliş düzeni ve en son ise kanatçık açısı olduğu tespit edilmiştir. Yani A2B3C3 seviyeleri multi-performans için optimum değerlerdir.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Royds, R., (1921). Heat Transmission by Radiation, Conduction and Convection, First Edition Company, London, 191-201.
2. Kongkaiatpaiboon, V., Nanan, K., and Eiamsa-ard, S., (2010). Experimental Investigation of Convective Heat Transfer and Pressure Loss in a Round Tube Fitted with Circular-Ring Turbulators, International Communications in Heat and Mass Transfer, 37:568-574.
3. Sahiti, N., Krasniqi, F., Fejzullahu, Xh., Bunjaku, J., and Muriqi, A., (2008). Entropy Generation Minimization of a Double-Pipe Pin Fin Heat Exchanger, Applied Thermal Engineering, 28:2337-2344.
4. Eiamsa-ard, S., Wongcharee, K., Eiamsa-ard, P., and Thianpong, C., (2010). Heat Transfer Enhancement in a Tube Using Delta-Winglet Twisted Tape Inserts, Applied Thermal Engineering, 30:310-318.
5. Turgut, E., Kapan, S., and Çelik, N., (2016). Heat Transfer Enhancement by Using Holed-Pin Fins in a Concentric Heat Exchanger, 12th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, 1410-1414.
6. Yakut, K., Alemdaroğlu, N., Şahin, B., and Çelik, C., (2006). Optimum Design-Parameters of a Heat Exchanger Having Hexagonal Fins, Applied Energy, 83:82-98.
7. Şahin, B. and Demir, A., (2008). Performance Analysis of a Heat Exchanger Having Perforated Square Fins, Applied Thermal Engineering, 28:621-632.
8. Şahin, B., Yakut, K., Kotçioğlu, İ., and Çelik, C., (2005). Optimum Design Parameters of a Heat Exchanger, Applied Energy, 82:90-106.
9. Zeng, M., Tang, L.H., Lin, M., and Wang, Q.W., (2010). Optimization of Heat Exchangers with Vortex-Generator Fin by Taguchi Method, Applied Thermal Engineering, 30:177-183.
10. Yang, D.K., Lee, K.S., Song, S., (2006). Fin Spacing Optimization of a Fin-Tube Heat Exchanger under Frosting Conditions, International Journal of Heat And Mass Transfer, 49:2619-2625.
11. Chiang, K.T., Chang, F.P., and Tsai, T.C., (2006). Optimum Design Parameters of Pin-Fin Heat Sink Using the Grey-Fuzzy Logic Based on the Orthogonal Arrays, International Communications in Heat and Mass Transfer, 33:744-752.
12. Zheng, G., Jing, Y., Huang, H., and Gao, Y., (2010). Application of Improved Grey Relational Projection Method to Evaluate Sustainable Building Envelope Performance, Applied Energy, 87:710-720.
13. Çomaklı, K., Şimşek, F., Çomaklı, O., and Şahin, B., (2009). Determination of Optimum Working Conditions R22 and R404A Refrigerant Mixtures in Heat-Pumps Using Taguchi Method, Applied Energy, 86:2451-2458.
14. Ganapathy, T., Murugesan, K., and Gakkhar, R.P., (2009). Performance Optimization of Jatropha Biodiesel Engine Model Using Taguchi Approach, Applied Energy, 86:2476-2486.



- 
15. Chou, C.C., Liu, N.M., Horng, J.T., and Chiang, K.T., (2009). Designing Parameter Optimization of a Parallel-Plain Fin Heat Sink Using the Grey-Based Fuzzy Algorithm with the Orthogonal Arrays, *International Journal of Thermal Sciences*, 48:2271-2279.
  16. Yao, A.W.L. and Chi, S.C., (2004). Analysis and Design of a Taguchi-Grey Based Electricity Demand Predictor for Energy Management Systems, *Energy Conversion and Management*, 45:1205-1217.
  17. Wang, J.J., Jing, Y.Y., Zhang, C.F., Zhang, X.T., and Shi, G.H., (2008). Integrated Evaluation of Distributed Triple-Generation System Using Improved Grey Incidence Approach, *Energy*, 33:1427-1437.
  18. Lei, Y., Zhou, D.S., and Zhang, H.G., (2010). Investigation on Performance of a Compression-Ignition Engine with Pressure-Wave Supercharger, *Energy*, 35:85-93.
  19. Zhou, P., Ang, B.W., and Poh, K.L., (2006). A Trigonometric Grey Prediction Approach to Forecasting Electricity Demand, *Energy*, 31:2839-2847.
  20. Lee, W.S. and Lin, Y.C., (2011). Evaluating and Ranking Energy Performance of Office Buildings Using Grey Relational Analysis, *Energy*, 36:2551-2556.



Gonca Demir

Istanbul Teknik University, gnc.dmr@windowslive.com, İstanbul-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.3C3PB>

**TÜRK HALK MÜZİĞİ FONETİK NOTASYON SİSTEMİ/THMFNS'NDE KULLANILMASI  
ÖNGÖRÜLEN MODELLER: KayPENTAX®: FONETİK VERİTABANI MODEL 4332**

**ÖZ**

KayPENTAX® Fonetik Veritabanı Model 4332; Victoria Üniversitesi Konuşma Teknolojisi Araştırma Şirketi, Rusya Bilim Akademisi ve Kay Elemetrics Kurumu tarafından geliştirilen, 45 farklı dilden derlenen dijitalleştirilmiş çeşitli konuşma örnekleri içeren, farklı dillere özgü çeşitli konuşma örneklerine CD-ROM üzerinde kolay/hızlı erişim imkânı sağlayan, farklı dillere ait IPA transkripsiyonlarını seslerle/sembollerle ayrıntılarıyla açıklayan, fonolojik zıtlıkları örnekleme ve çeşitli fonetik kavramları temsil etme amacıyla tasarlanmış olan model örnektir. Veritabanının kuramsal/icrasal altyapısında 45 farklı dil seçeneğine özgü kelimeler/cümleler ile desteklenmiş konuşma örnekleri, her bir dile özgü ses sistemi fonetik envanteri, dosya isimleri, fonetik/fonemik transkripsiyon özellikleri, imla nitelikleri, dijital dalga biçimli ve zaman bağlantılı IPA sesleri/sembolleri sesbilgisel nitelikleri, bireysel IPA sembolleri ekleyebilme ve kaydedebilme evreleri için IPA karakterleri diyalog kutusu vb gibi veriler varlığını sürdürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fonetik Veritabanı Model 4332, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Veritabanı/THMFNS V

**THE MODELS PROJECTED TO BE USED IN THE TURKISH FOLK MUSIC PHONETIC NOTATION SYSTEM/TFMPNS TO: KayPENTAX®: PHONETIC DATABASE MODEL 4332**

**ABSTRACT**

KayPENTAX® Phonetic Database Model 4332; it is a model illustration developed by Victoria University Speaking Technology Research Company, Russian Science Academy and Kay Elemetrics Organization, compiled by 45 different Languages, including several digitalized speaking samples, providing easy/quick access to different language speaking samples by CD-ROM, explaining IPA transcriptions belonging to different languages with voices/symbols and details, designed on the purpose of sampling phonetic contrasts and representing several phonetic concepts. Database includes speaking samples supported by specific words/sentences for 45 different language options, voice system phonetic inventory specific for both language, file names, Phonetic/Phonemic transcription features, dictation qualifications, Digital wave type and time connection IPA voices/symbols phonetic qualifications, individual IPA symbols, IPA characters dialogue windows etc data.

**Keywords:** Phonetic Database Model 4332, Turkish Folk Music Phonetic Notation System Database/TFMPNS D

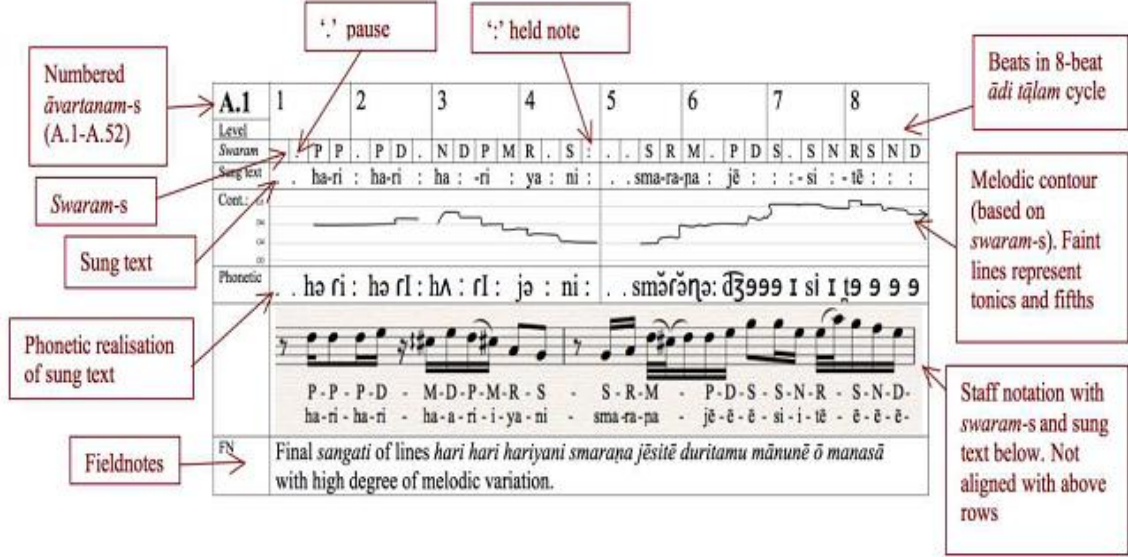
## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Müzik türleri içerisindeki ayrıcalıklı yerini kaynağını yöresel ağız farklılıklarında bulan kişiliğinden alan, yarınları ağız farklılıklarından doğan tavrını korumasına ve değişime karşı direnebilmesine bağlı olan Türk halk müziği verimlerinde varlığını sürdüren yöresel ağız özelliklerinin dilbilimsel yasalara bağlı olarak ses bilgisi/şekil bilgisi/söz varlığı ölçütleri ekseninde Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TDKÇYİ ile transkript edildiği, müzikolojik yasalara bağlı olarak ise etnomüzikolojide dilbilimsel yaklaşımlar-performans/icra gösterim teori ekseninde yapılanan sözel/sanatsal bir performans türü olarak tanımlanan türkülerin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren Türk halk müziği yöresel ağız özelliklerinin de Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TDKÇYİ ile transkript edildiği, diğer dünya dillerinde de var olan bu gerçeğin yerel/evrensel standartlarca varlığı/kullanılabilirliği çeşitli alanlar üzerinde tescillenmiş olan Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA sesleri aracılığıyla notasyona aktarılacak aslına en uygun şekilde tekrar tekrar seslendirilebileceği dilbilimi/müzikoloji kaynak ve otoritelerince tespit edilerek onaylanmıştır (Radhakrishnan, 2011:422-463).

Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi/THMFNS; ulusal/uluslararası platformlardaki uygulamalara paralel bir uygulama başlatabilmek amacıyla İTÜ SBE Türk Müziği Programı yüksek lisans tezi kapsamında önerilen, İTÜ SBE Müzikoloji ve Müzik Teorisi Programı doktora tezi kapsamında geliştirilecek olan, sesbilgisi/şekil bilgisi/söz varlığı ölçütleri ekseninde yerel/evrensel ilintilerle birlikte Standart Türkiye Türkçesi/STT (bir toplulukta bölgeler üstü anlaşma aracı olarak tanınıp benimsenen, konuşulan lehçeler/ağızlar içerisinde yaygınlaşarak hâkim duruma geçen, dil türleri/kullanıldığı saha içerisinde en geniş işleve sahip olan yerel/sosyal tabakalara has izler taşımayan, ağızlar üstü/norm oluşturucu/varyasyon azaltıcı standart/prestij varyant/standart dil: Demir, 2002/4:105-116), Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TDKÇYİ (Anadolu diyalektolojisi üzerine yapılan kapsamlı derleme çalışmaları aracılığıyla derlenen yöresel ağız metinlerinin kuramsal/icrasal altyapısında ses bilgisi/şekil bilgisi/söz varlığı ölçütleri ekseninde varlığını sürdüren yöresel ağız özelliklerini transkript edebilmek amacıyla kullanılan transkripsiyon işaretleri: TDK, 1945:4-16) ve Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA (ses değerlerini uluslararası standartta yazıya dökme, tüm dillerdeki konuşma seslerini örnek bir biçimde kodlayabilme, dillerin doğru telaffuz edilmesini sağlayarak çok sayıda transkripsiyon sisteminin doğurduğu karışıklıkları önleyebilme, her bir ses için ayrı bir sembol geliştirebilme amacı ile işaret ve simgelerden oluşturulmuş standart alfabe türü: IPA, 1999) sesleri ekseninde yapılan fonetik notasyon sistemi örneğidir (Demir, 2011).

Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Veritabanı/THMFNS V; Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Alfabe Veritabanı/THMFNS AV & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Ses Veritabanı/THMFNS SV & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sözlük Veritabanı/THMFNS SzV & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Eser Veritabanı/THMFNS EV & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonotaktik Olasılık Hesaplayıcı Veritabanı/THMFNS FOHV & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonetik Terapi Uygulamaları/THMFNS FTU & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi İşitsel Ayırt Etme Testi/THMFNS İAT & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Artikülasyon Testi/THMFNS AT & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sesçil Çözümleme Testi/THMFNS SÇT & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi

Sesbilgisel-Şekilbilgisel-Sözvarlıksal Ölçütleri Belirleme Testi/THMFNS ŞŞSÖBT vb gibi verileri de bünyesinde barındırmaktadır (Bkz. Şekil 1-2 ve Tablo 1-2).



Şekil 1. Müzikolinguistik grafik örnekleme (Radhakrishnan, 2011:423-463)  
(Figure 1. Musicolinguistic graphic sample (Radhakrishnan, 2011:423-463))

YÖRESİ: URFA

KİMDEN ALINDIĞI:  
MUKİM TAHİR

DERLEYEN & NOTAYA ALAN:

MUZAFFER SARISOZEN

OKUYAN:  
TENEKECİ MAHMUT GÜZELGÖZ

## Gele Gele Geldim Bir Kara Daşa

Ge le ge le gel dım bir ka ra da şa  
Ni ce Sü lēy man lar taḡ tan ēn dı rır

Ya zı lan lar ge lır saḡ o lan ba şa a man  
Nı ce sı nın gül ben zı nı sol dı rır a man

e fen dım Bı zı ḡas ret koy dı ka vim  
e fen dım Ni ce sı nı dön mez é le

kar da şa Bi ray rı lıḡ bir yob sı lıḡ bir rö  
gön de rır

lüm a ma ne fen dım

Şekil 2. Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Eser  
Veritabanı/THMFNS EV (Özbek, 2010:254-255 ve Demir, 2011:246)

(Figure 2. Turkish Folk Music Phonetic Notation System Work Database/TFMPNS WD (Özbek, 2010:254-255 & Demir, 2011:246))

Tablo 1. Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi/THMFNS müzikolektoloji/müzikolinguistik/müzikolekt/müzikodilbilimsel performans özellikleri

(Table 1. Turkish Folk Music Phonetic Notation System musicolectology/musicolinguistics/musicolect/musicolinguistic performance characteristics)

Standart Türkiye Türkçesi/STT	Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA	Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TKÇYİ	Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA
Gele gele geldik bir kara taşa/jele jele jeldic bir kara taşa Gele gele geldim bir kara daşa/Gele gele geldu'm bir kara daşa Yöresi: Urfa Kimden Alındığı: Mukim Tahir-Eril/Erkek Derleyen & Notaya Alan: Muzaffer Sarısözen-Eril/Erkek Okuyan: Tenekeci Mahmut Güzelgöz-Eril/Erkek TRT THM Repertuarı Sıra No: 701			
Gele gele geldik bir kara taşa	jele jele jeldic bir kara taşa	Gele gele geldim bir kara daşa	Gele gele geldu'm bir kara daşa
Yazılanlar gelir sağ olan başa (aman efendim)	jazulanlar gelir sağ olan başa aman efendim	Yazılanlar gelir sağ olan başa aman efendim	jazulanlar gelu'rc sağ olan başa aman efendu'm
Bizi hasret koyar kavim kardaşa	bir ajruuluk bir joksuluk bir olym aman efendim	Bir ayrılış bir yoşulluş bir ölüm aman efendim	Bir ajruuluş bir joşulluş bir elim aman efendu'm
Nice sultanları tahttan indirir	nişe sultanlaru tahttan indirir	Nice Süleymanları tahttan indirir	Nişe şeleymanlaru tahttan endu'ru'c
Nicesinin gül benzini soldurur (aman efendim)	nişesinin gyl benzini soldurur aman efendim	Nicesinin gül benzini soldurur aman efendim	Nişe su'nu'n gyl benzini soldurur aman efendu'm
Niceleri dönmez yola gönderir	nişeleri dönmez joła gönderir	Nicesini dönmez ele gönderir	Nişe su'nu' dönmez ele gönderu'c
Bir ayrılık bir yoksulluk bir ölüm (aman efendim)	bir ajruuluk bir joksuluk bir olym aman efendim	Bir ayrılış bir yoşulluş bir ölüm aman efendim	Bir ajruuluş bir joşulluş bir elim aman efendu'm
<b>Not 1.</b> Anadolu ağız araştırmalarında çeviriyazı sistemleri: standart yazım/transkripsiyon/varyasyon yöntemi ekseninde Standart Türkiye Türkçesi/STT ile transkript edilmiştir (Demir, 2010: 93-106) & (Demir, 2012: 1-8) & (TRT THM Repertuarı Nota Arşivi: <a href="http://www.trtnotarsivi.com/thm_detay.php?repno=701&amp;ad=GELE%20GELE%20ELD%20DDR%20B%20DDR%20KARA%20TA%20DEA">http://www.trtnotarsivi.com/thm_detay.php?repno=701&amp;ad=GELE%20GELE%20ELD%20DDR%20B%20DDR%20KARA%20TA%20DEA</a> )	<b>Not 2.</b> IPA Turca: Kural Tabanlı Türkçe Fonetik Dönüştürücü Programı/KTTDFP (Bicil & Demir, 2012) ekseninde Türk alfabesindeki harflerin IPA karşılıkları ve ses tanımları (Pekacar & Güner Dilek, 2009: 584-588)-Türkiye Türkçesi Söyleyiş Sözlüğü/TTSS sesbilim Abecesi: ünlü ve ünsüzlerin IPA karşılıkları (Ergenç, 2002: 46-47) aracılığıyla Uluslararası Fonetik Alfabe/Uluslararası Sesbilgisi Alfabeti/IPA ile transkript edilmiştir.	<b>Not 3.</b> Etnomüzikolojide dilbilimsel yaklaşımlar: müzikolojik veri kaydetmede fonetik yazı kullanımı: ağız dokümantasyonunun dilbilimsel ve müzikolojik eksende gerekliliği: Türk halk müziği yöresel ağız özelliklerinin fonetik notasyonu (Demir, 2011) yöntemi ekseninde Urfa/Kerkük/Tallâfer Ağızları Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/UKTA TKÇYİ: ünlü-ünsüzler-ayırt edici işaretler ile transkript edilmiştir (Özbek, 2010: 254-255).	<b>Not 4.</b> Türk dili ağız araştırmalarında Uluslararası Fonetik Alfabe/Uluslararası Sesbilgisi Alfabeti/IPA kullanımı: Türkiye'de ağız metinlerinin IPA kullanılarak yazıya geçirilmesi (çeviriyazı işaretlerinin TDK-IPA karşılıkları: Pekacar & Güner Dilek, 2009: 576-578, 584-588) yöntemi ekseninde Standart Türkiye Türkçesi/STT-Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TKÇYİ-Uluslararası Fonetik Alfabe/Uluslararası Sesbilgisi Alfabeti/IPA ile transkript edilmiştir.



Tablo 2. Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi/THMFNS müzikolektoloji/müzikolinguistik/müzikolekt/müzikodilbilimsel performans özellikleri  
(Table 2. Turkish Folk Music Phonetic Notation System musicolectology/musicolinguistics/musicolect/musicolinguistic performance characteristics)

Gele gele geldik bir kara taşa/jele jele jeldic bir kara taşa Gele gele geldim bir kara daşa/Gele gele geldim bir kara daşa			
Yöresi: Urfa Kimden Alındığı: Mukim Tahir-Eril/Erkek Derleyen & Notaya Alan: Muzaffer Sarısözen-Eril/Erkek Okuyan: Tenekeci Mahmut Güzelgöz-Eril/Erkek TRT THM Repertuarı Sıra No: 701			
Standart Türkiye Türkçesi/STT	Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA	Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TDKÇYİ	Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA
Gele gele geldik bir kara taşa	jele jele jeldic bir kara taşa	Gele gele geldim bir kara daşa	Gele gele geldim bir kara daşa
<b>Not 1.</b> Türk halk müziği edebi/müzikal metninin I. dizesinin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren ses bilgisi ölçütleri: Standart Türkiye Türkçesi/STT > Uluslararası Fonetik Alfabe/Uluslararası Sesçil Alfabe/IPA: [a] Geniş, düz, öndamsal (predorsal) > [α] Geniş, düz, artdamsal (postdorsal) - [e] Geniş, düz, öndil (kapalı) > [ɛ] Geniş, düz, öndil (açık) - [i] Dar, düz, öndil (açık) > [I] / [i] Dar, düz, öndil (kapalı) - [b] > [b] Ötümlü, patlamalı, çift dudak - [d] > [d] Ötümlü patlamalı, dilucu-dişardı - [k] Ötümsüz, patlamalı artdamak > [c] Tonsuz, ön damak, patlamalı - [g] Tonlu, ön damak-dil ortası, patlayıcı > [ʒ] Ötümlü, patlamalı dil-artdamak (ön) - [l] > [l] Tonlu, diş eti, yanal akıcı - [m] > [m].			
CVCV CVCV CVCCVC CVC CVC CVCV CVCV	CVCV CVCV CVCCVC CVC CVCV CVCV	CVCV CVCV CVCCVC CVC CVCV CVCV	CVCV CVCV CVCCVC CVC CVCV CVCV
<b>Not 2.</b> Türk halk müziği edebi/müzikal metninin I. dizesinin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren şekil bilgisi ölçütleri: V/C analizi (Gorman, 2013: 39-63): V-Vowel (Ünlü/Sesli Harf), C-Consonant (Ünsüz/Sessiz Harf) sembolize etmektedir. V/C analiz yöntemi türk metninin tüm dizelerine uygulandığında ses/hece/kelime/cümle dizimsel ölçütler ekseninde farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Örnek: I. kıta III. dize: koyar: CVCVC-kojar: CVCVC-kojdi: CVCCV-kojdu: CVCCV			
Gele gele (ge.le) gel.dik bir kara ta.şa	jele jele (je.le) je.le) jel.dic bir kara ta.şa	Gele gele (ge.le) gel.dim bir kara da.şa	Gele gele (Ge.le) gel.du'm bir kara da.şa
<b>Not 3.</b> Türk halk müziği edebi/müzikal metninin I. dizesinin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren ses/hece/kelime/cümle dizimsel ölçütler: prozodik fonotaktik analiz (Sherer, 1994): (.) = hecesel bölümlenme noktalarını sembolize etmektedir. Prozodik fonotaktik analiz yöntemi türk metninin tüm dizelerine uygulandığında dilbilimsel/ritmik-müzikbilimsel/melodik prozodi örtüşümü kuralları gereğince sesel/hecesel/kelimesel/cümlesel bölümlenme/vurgu noktaları ekseninde farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Örnek: melodik prozodi>ritmik prozodi: gele>ge.le, jele>je.le, gele>ge.le, jele>je.le			
Türk Dil Kurumu Sözlük Veritabanı/TDK SzV	Türkiye Türkçesi Söyleyiş Sözlüğü Veritabanı/TTSSV	Urfa/Kerkük/Tallâfer Ağızları Dizin ve Sözlük Veritabanı/UKTA DSV	Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sözlük Veritabanı/THMFNS SzV
gele: gele (TDK STS)-gele (TDK BTS)-gelsin (TDK THADS/TTAS)-gel, hele gel, haydi gel (TDK TS).	je'le: gele > je'le	gele: gelmek, bir yere gitmek ulaşmak, varmak.	gele/je'le/gele
<b>Not 4.</b> Türk halk müziği edebi/müzikal metninin I. dizesinin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren söz varlığı ölçütleri: Türk Dil Kurumu Sözlük Veritabanı/TDK SV (Url < <a href="http://www.tdk.gov.tr">http://www.tdk.gov.tr</a> >) & Urfa/Kerkük/Tallâfer Ağızları Dizin ve Sözlük Veritabanı/UKTA DSV (Özbek, 2010: 113-253) & Türkiye Türkçesi Söyleyiş Sözlüğü Veritabanı/TTSSV (Ergenç, 2002: 46-47) & Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sözlük Veritabanı/THMFNS SzV ekseninde Standart Türkiye Türkçesi/STT-Türk Dil Kurumu Çeviriyazı İşaretleri/TDKÇYİ-Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA ile transkript edilmiştir.			

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonetik Terapi Uygulamaları/THMFNS FTU oluşum/gelişim süreçleri; fonetik (sesbilgisi: bir dilin seslerini boğumlanma noktaları/boğumlanma özellikleri/dilsel iletişim dizgesindeki işlevleri açısından araştıran, artikulatuar/akustik/odituar fonetik olmak üzere üç ana bölümden oluşan, konuşma seslerinin eklememesi/nakli/alınması ile ilgili bir dilbilim dalı: Erem & Sevin, 1947:79-81) bilimi ekseninde artikülasyon (boğumlanma/ekleme/sesletim: fonasyon süreci ile ortaya çıkan sesin dil/diş/dudak/damak vb anatomik yapılar yardımı ile işlenmesi: Kılıç, 1999/2000:2) kavramı vokal (dil ve dudakların hareketi ile ses yolunda hava akımına karşı bir engel olmadan oluşan konuşma sesleri: vokal sınıflandırılma biçimleri: dilin en yüksek noktası: ön/i/ü/e/ö-arka/ı/u/a/o, dilin yüksekliği: kapalı/i/ü/ı/u-açık/e/ö/a/o, dudakların durumu: düz/i/ı/e/a-yuvarlak/ü/u/ö/o)/konsonant (ses yolunun farklı noktalarda ve farklı şekillerde daralması ile oluşan konuşma sesleri: konsonant sınıflandırılma biçimleri: artikülasyon şekli: plozif: patlamalı: p/b/t/d/k/g-nazal: genizsi: m/n-frikatif: sızıcı: s/z/ş/j/f/v/h-afrikat: patlamalı sızıcı: ç/c-trill: titreyici: r-tap: çarpmalı: r-aproksimant: akıcı: y/ğ/r/v-lateral aproksimant: yanal akıcı: l, artikülasyon noktası: bilabial: çift dudaksıl: p/b/m-labiodental: diş dudaksıl: f/γ-dental: dişsel: t/d/n-alveoler: dişyuvasıl: t/d/n/r/s/z/l-postalveoler: arka dişyuvasıl: ş/jç/c-palatal: damaksıl: k/g/y-velar/k/g/ğ-glottal: gırtlaksıl: h, vokal foldların hareketi: ötümlü: sesli: b/d/g/m/n/r/v/z/j/c/y/ğ/l-ötümsüz: sessiz: p/t/k/f/s/ş/ç/b: Kılıç, 1999/2000:3-5) özelliklerini bünyesinde barındıran teknik bir terim olarak tanımlanmıştır.

Foniatri (ses terapi: insan sesletim düzeneğinin anatomik/fizyolojik/patolojik fonksiyonlarını araştıran, ses/konuşma/dil/işitme bozuklukları tanı ve tedavisi ile ilgili tıbbi bir bilim dalı: (Koçak, <http://www.drkocak.com/id15.html>) bilimi ekseninde insan sesi oluşum/gelişim süreçlerinde aktif bir biçimde rol oynayan ve birbirleri ile koordineli çalışan respiratör (solunumsal: diyafram, abdominal/torakal kaslar, alt solunum yolları), vibratör (titreşimsel: ses kıvrımları), rezonatör (tınsal: supraglottik larenks, farinks, ağız/burun boşluğu), artikulatör (sesletimsel: hareketli artikulatörler: dil, dudak, çene, yumuşak damak, faringeal duvarlar, hareketsiz artikulatörler: ön dişler, alveolar sırt, sert damak) sistemlerinin (Töreyin, 2008:38, 90-91 ve 165-167) doğru kullanılmaması dolayısıyla organik (yapısal: anatomik oluşumlar patolojisi: dil/diş/dudak/damak bozukluğu: dil kasları anormal işleyişi, dil bağı bağlantısının dil ucuna yakın oluşu, dudak yarıklığı/gerginliği, yüksek/düz damak yapısı vb: Madran, 2013:6-35), fonksiyonel (işlevsel: eğitsel/öğretimsel uygulama süreçlerinin gerçekleştirilmesi: konuşma organlarının üstlendiği görevi tam/sağlıklı olarak yerine getirememesi, konuşma kazanım ve pekişim evrelerinin yeterli ölçüde tamamlanamaması: Korkmaz, 2008:39) ve psişik (ruhsal: psikolojik dinamiklerin etkisi: zihinsel/algısal/duygusal sorunlar kaynaklı ses belleği/ses ayırım gücü yetersizliği: Yücel, 2009:1-7, 14-18 ve 190) nedenlere bağlı artikülasyon bozuklukları (söyleyiş/sesletim bozuklukları türleri: atlama: sesin düşürülmesi/hava>ava, yerine koyma: sesin değiştirilmesi/köprü>köprü, sesin eklenmesi: sesin artırılması/lazım>ilazım, sesin bozulması: sesin çarpıtılması/nasılısınız>nassınız: Vural, 2005:246, söyleyiş/sesletim bozuklukları özel terimleri: rotasizm: r sesi bozukluğu, sigmatizm: s-



z sesi bozukluğu, gamatizm: g sesi bozukluğu, kapasizm: k sesi bozukluğu: Erdem, 2013:424) nın ortaya çıktığı vurgulanmıştır.

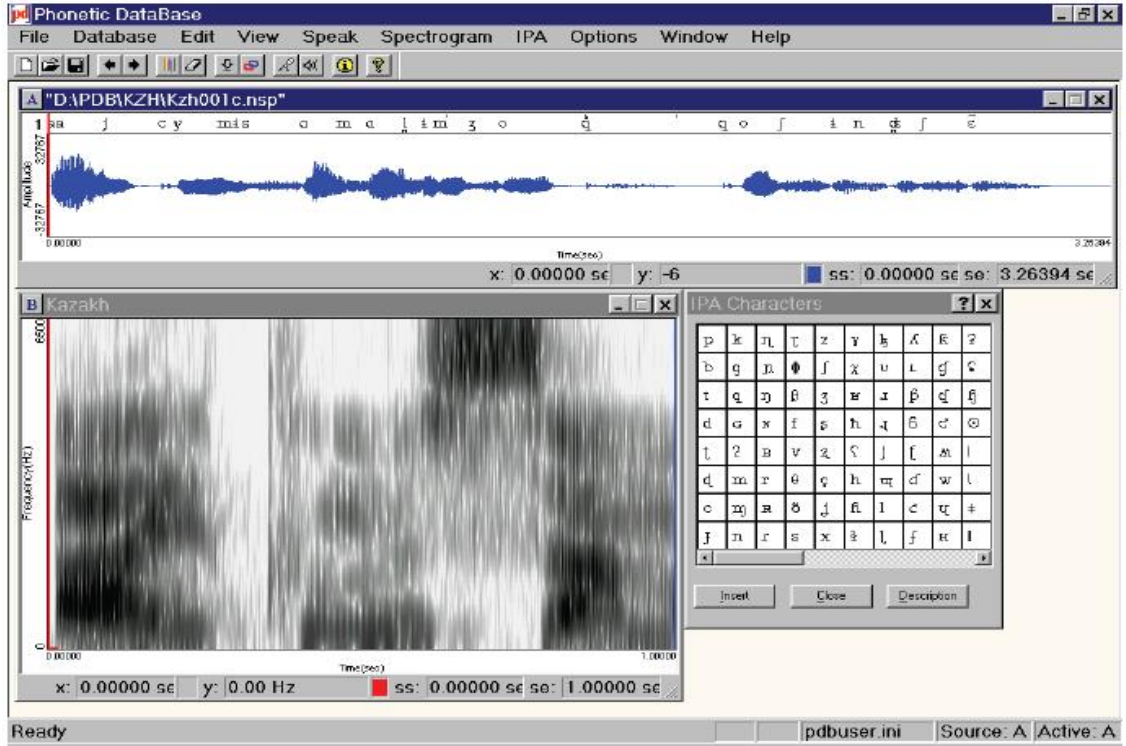
### **3. DENEYSEL ÇALIŞMA, ANALİTİK ÇALIŞMA VEYA ANAKONU-MEVZUU (EXPERIMENTAL METHOD-PROCESS, ANALYTICAL STUDY OR SUBJECT)**

KayPENTAX®: Fonetik Veritabanı Model 4332; Victoria Üniversitesi Konuşma Teknolojisi Araştırma Şirketi, Rusya Bilim Akademisi ve Kay Elemetrics Kurumu tarafından geliştirilen, 45 farklı dilden derlenen dijitalleştirilmiş çeşitli konuşma örnekleri içeren, farklı dillere özgü çeşitli konuşma örneklerine CD-ROM üzerinde kolay/hızlı erişim imkânı sağlayan, farklı dillere ait IPA transkripsiyonlarını seslerle/sembollerle ayrıntılarıyla açıklayan, fonolojik zıtlıkları örnekleme ve çeşitli fonetik kavramları temsil etme amacıyla tasarlanmış olan model örnektir. Veritabanının kuramsal/icrasal altyapısında 45 farklı dil seçeneğine özgü kelimeler/cümleler ile desteklenmiş konuşma örnekleri, 4000'den fazla dijitalleştirilmiş akustik dosyalı CD-ROM, 4.048 dosyanın İngilizce açıklamaları, 700 sayfalık el kılavuzu, her bir dile özgü ses sistemi fonetik envanteri, dosya isimleri, fonetik/fonemik transkripsiyon özellikleri, imla nitelikleri, IPA sesleri/sembolleri sesbilgisel nitelikleri, IPA transkripsiyonları dijital dalga şekilleri eş zamanlı biçimleri vb gibi veriler varlığını sürdürmektedir.

45 farklı dil seçeneği dışında kalan diğer dil seçenekleri ve içerikleri veritabanına yapılacak olan daha sonraki güncellemeler için derleme sürecindedir. Dil seçim evrelerinde (örn. Hint-Avrupa dilleri: Hint-İran dalı) ana menüler ve alt menüler gösterilmektedir. Veritabanındaki mevcut dil listesi için Konuşma Teknolojisi Araştırması/KTA sitesine başvurulabilmektedir. Akustik fonetik özelliklerini eksiksiz analiz etme evrelerinde Bilgisayarlı Konuşma Laboratuvarı Model/CSL™ 4150B & 4500 ve Çoklu Konuşma™ Model 3700 program araçlarını kullanan ideal bir yazılımdır. Veritabanı dinleme araçları ve transkript ekleme yeterliliği sağlamaktadır. Her bir örnek yüklenebilir ve analiz edilebilir durumda bulunmaktadır. Kullanışlı bir referans olarak hizmet veren program deneysel fonetik ve konuşma bilimi kurslarında eğitim/öğretim gören öğrencilere temel fonetik/konuşma bilimi ilke ve esaslarını öğretmek için tamamlayıcı kurs materyali olarak tasarlanmış olan alternatif programdır.

Konuşma biliminin kuramsal/icrasal altyapısında varlığını sürdüren prensiplerin benimsenebilmesi için güçlü ve kullanımı kolay interaktif bir kaynak/veritabanı/model sunmaktadır. Bu interaktif modeller aracılığı ile fonetik bilimi karmaşık ilke ve esasları daha somutlaştırılmış bir biçimde analiz edilebilmektedir. Modül ekran seçenekleri 45 farklı dil seçeneğine ait örnek dalga biçimi ve zaman bağlantılı IPA sembolleri ile gösterilmiştir. İlk saniyeyi temsil eden izge grafikleri de sunulmuştur. Program kullanıcı profilin de yer alan bireylere sinyalde kayarak ilerleme, bireysel IPA sembollerini ekleyebilme ve sinyali kaydedebilme olanağı sağlamaktadır. Yazılım veri analizi süreçlerinde veritabanına ve akustik analiz araçlarına doğrudan menü erişim imkânı sağlamaktadır. Dil seçim evrelerinde semboller zaman bağlantılı hale getirilebilmekte ve örneklere ait sesler depolanabilmektedir. (Bkz Şekil 3-6).

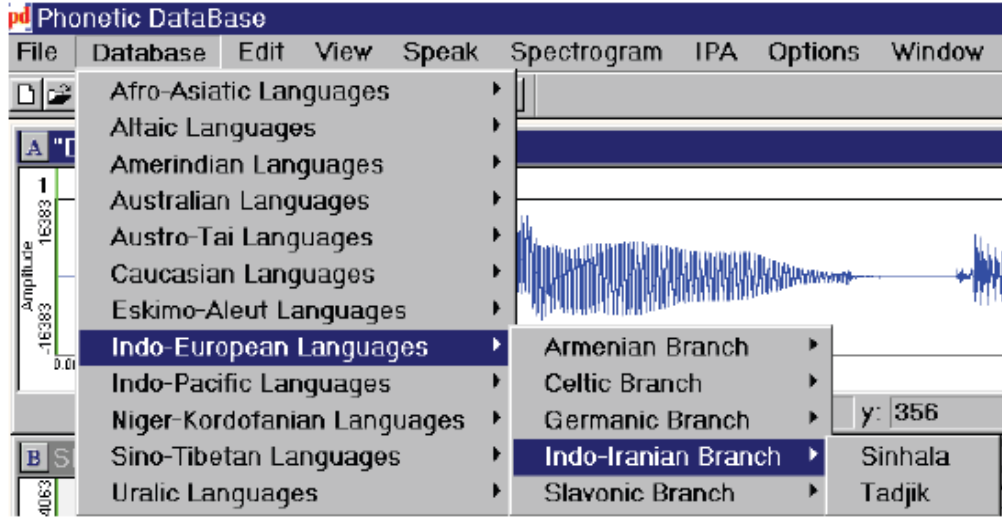
([www.kaypentax.com](http://www.kaypentax.com))&<<http://www.kayelemetrics.com>>&<<http://www.pentaxmedical.com>>&<[www.speechtech.com/pdb2.html](http://www.speechtech.com/pdb2.html)>).



Şekil 3. Fonetik Veritabanı Model 4332; IPA karakterleri diyalog kutusu  
(Figure 3. Phonetic Database Model 4332; IPA characters dialog box)

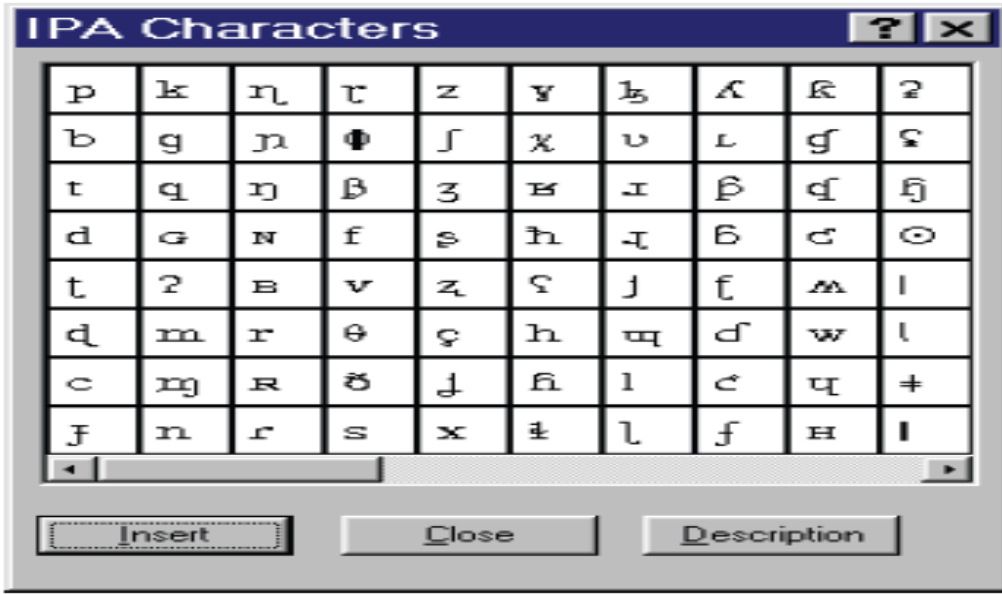
Hamî-Samî Dilleri	Slav Dili	Tadjik	Xhosa Dili
Semitik	Wakashan Dalı	Slav Dili	Nijer-Kongo Dili
Arapça	Ahousaht (Nootka)	Bulgarca	Ewe
<b>Altay Dilleri</b>	Ditidaht	Rusça	Guyana Zenci Dili
Doğu Altay	<b>Avusturalya Dilleri</b>	Ukraynaca	<b>Avusturya-Tal Dilleri</b>
Japonca	Pama-Nyngan Dalı	<b>Kafkas Dilleri</b>	Tai Dalı
Japonca	Gugu Yalanji (Banambila)	Güney Kafkasya Dili	Tai Dili
Korece	Kaantju	Gürcüce	<b>Çin-Tibet Dilleri</b>
Türkik Dalı	Nyangumarta	Gürcüce	Tibet Dili
Kazakça	Umpila	<b>Eskimo-Aluet Dilleri</b>	Çince
Kırgızca	<b>Hint-Avrupa Dilleri</b>	Eskimo Dili	Çince(Modern Standart)
Tatarca	Ermenice Dil Ailesi	Inuktitut (Iglulik)	Çince(Modern)
Türkçe	Ermenice	Inuktitut (Pangnirtung)	<b>Ural Dilleri</b>
Özbekçe	Keltçe	<b>Hint-Pasifik Dilleri</b>	Ural Altay Dil Ailesi
<b>Kızılderilî Dilleri</b>	İskoçça	Hawai Dili	Estonca
Karayip Dili	Almanca	Miriam	Fince
Garifuna	İngilizce(Kanada Dili)	<b>Nijer-Kordofan Dilleri</b>	Macarca
Salishan	İsveççe	Benue-Congo (Bantu) Dalı	Laponyaca
Skagit	Hint-İran Dil Ailesi	Uganda Dili	
Spokane-Kalispel-Flathead	Sinhala Dili	Uganda Dili	

Şekil 4. Fonetik Veritabanı Model 4332; 45 farklı dil seçeneği: Altay dilleri: Türkçe  
(Figure 4. Phonetic Database Model 4332; 45 different language option: Altay languages: Turkish)



Şekil 5. Fonetik Veritabanı Model 4332; Hint-Avrupa dilleri:  
Hint-İran dalı

(Figure 5. Phonetic Database Model 4332; Indo-European languages:  
Indo-European branch)



Şekil 6. Fonetik Veritabanı Model 4332; IPA karakterleri  
(Figure 6. Phonetic Database Model 4332; IPA characters)

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonolojik Farkındalık Yetileri Gelişim Süreçleri/THMFNS FFYGS; dilin bileşenlerinden biri olarak dildeki konuşma seslerinin dizisel/dizimsel ilişkilerini belirleyen kuralları içeren ve konuşma seslerini bildirişimdeki işlevleri açısından inceleyen sesbilgisi alanının temel basamaklarından biri olan fonolojik/sesbilgisel farkındalık; konuşma seslerinin farkında olabilme ve konuşma seslerini manipule edebilme yetisi olarak tanımlanmıştır. Sesbilgisel hatırlama, sesbilgisel bellek, sesbilgisel üretim vb gibi konuşma seslerine ilişkin bilgilerin kullanılmasını sağlayan sesbilgisel işlem süreçlerini kapsamaktadır. Sesbilgisel işlemlerdeki başarı sesbilgisel stratejilerin kazanılabilmesi ve yeterli bir biçimde kullanabilmesi



ile ilişkilendirilmektedir. Sesbilgisel farkındalık becerilerinin gelişimi süreçlerinde birbirinden yapısal olarak ayrılmalarına rağmen işlevsel olarak birbirleriyle ilişkili olan üç yeti (sesbirimsel algı, sesbirimsel ayırım/birleştirim ve artikülasyon becerileri) kazanımının gerçekleşmesi gerekmektedir. Sesbilgisel farkındalık becerileri ve artikülasyon becerileri arasında organik geçişliliğin sağlanabileceği vurgulanmıştır (Yücel, 2009:1-7, 14-18 ve 190).

Artikülasyon bozuklukları tanı ve tedavi süreçlerinde ses terapi (sesin davranışsal yöntemlerle değiştirilmesi, fizyoanatomik sınırlar içerisinde sesi verimli/etkin kullanabilme, hedef sesi bulup yeni davranış biçimi haline getirme, fizyopatolojik mekanizmaları kullanarak vokal davranış biçimini değiştirme: Denizoğlu, 2008:1-16, ses terapisinde şan egzersizleri kullanımı: perde yükleme ve taşıma egzersizleri: sağlıklı vokal kord gereksinimi, teknik ergonomi, vokal davranış modifikasyonları, ses ve artikülasyon çalışmalarının repertuara uygulanması, standart kinestetik terapi teknikleri ve dile özgü fonetik yapının şan eğitimi öğretileri ile birleştirilmesi evrelerinde Uluslararası Fonetik Alfabe/IPA kullanımı: Koçak, [Url<http://drkocak.com/ses-terapisinde-san-egzersizlerinin-kullanimi/>](http://drkocak.com/ses-terapisinde-san-egzersizlerinin-kullanimi/)) araçları kullanılmaktadır. (Denizoğlu, 2005) & (Denizoğlu, 2012:1-40) & (Yiğit, 2004:1-5) & (Evren, 2013:50-60) & (Evren, [Url<http://www.pegem.net/akademi/kongrebildiri\\_detay.aspx?id=4909>](http://www.pegem.net/akademi/kongrebildiri_detay.aspx?id=4909)) & (Yavuzer & Öğüt & Kalaycı & Çeltiklioğlu & Bakır, [Url<http://www.tkbbv.org.tr/dergi.aspx?Dergi=38&yil=1999&makale=4508>](http://www.tkbbv.org.tr/dergi.aspx?Dergi=38&yil=1999&makale=4508)) & (Saruhan, 2014) & (Kaplan, 2015:38-47).

Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Kullanıcı Profili/THMFNS KP içerisinde aktif bir biçimde yer alan bireylerin anatomik/fizyolojik/patolojik fonksiyonlar ekseninde yapılan artikülasyon bozuklukları (söyleyiş/sesletim bozuklukları: atlama: sesin düşürülmesi, yerine koyma: sesin değiştirilmesi, sesin eklenmesi: sesin artırılması, sesin bozulması: sesin çarpıtılması söyleyiş/sesletim bozuklukları özel terimleri: rotasizm: r sesi bozukluğu, sigmatizm: s-z sesi bozukluğu, gamatizm: g sesi bozukluğu, kapasizm: k sesi bozukluğu vb)nın giderilebilmesi için; Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonolojik Farkındalık Yetileri Gelişim Süreçleri/THMFNS FFYGS (Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonetik Terapi Uygulamaları/THMFNS FTU, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi İşitsel Ayırt Etme Testi/THMFNS İAT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Artikülasyon Testi/THMFNS AT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sesçil Çözümleme Testi/THMFNS SÇT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sesbilgisel/Şekilbilgisel/Sözvarlıksal Ölçütleri Belirleme Testi/THMFNS ŞSSÖBT vb gibi verilerin) oluşum/gelişim evrelerinin tamamlanması gerekmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Yerel/evrensel fonolojik/sesbilimsel ve müzikolojik/müzikbilimsel yasalar ekseninde yapılan artikülasyon/sesletim özelliklerinin halkbilim analiz modellerinden biri olan performans teorii (halkbilimsel ekseninde her türlü folklorik terim/kavram/öge-halkdilsel varyant/değişke/çeşitlenme: Çobanoğlu, 1999) ve etnomüzikolojide dilbilimsel yaklaşımlar (etnomüzikbilimsel ekseninde her türlü etnomüzikolojik terim/kavram/öge-etnomüzikdilsel varyant/değişke/çeşitlenme: Stone, 2008) ekseninde sözel/sanatsal bir performans türü olarak tanımlanan Türk halk müziği edebi/müzikal metinlerinin kuramsal/icrasal altyapısında yerel/evrensel ilintilerle



birlikte sesbilgisi/şekilbilgisi/sözvarlığı ölçütleri düzeyinde varlığını sürdürdüğü vurgulanmıştır.

Yerel/evrensel fonolojik/sesbilimsel ve müzikolojik/müzikbilimsel yasalar ekseninde artikülasyon/sesletim özellikleri düzeyinde yapılanan Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Veritabanı/THMFNS V (Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Alfabe Veritabanı/THMFNS AV, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Ses Veritabanı/THMFNS SV, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sözlük Veritabanı/THMFNS SzV, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Eser Veritabanı/THMFNS EV, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonotaktik Olasılık Hesaplayıcı Veritabanı/THMFNS FOHV), Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonetik Terapi Uygulamaları/THMFNS FTU (Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonolojik Farkındalık Yetileri Gelişim Süreçleri/THMFNS FFYGS, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi İşitsel Ayırt Etme Testi/THMFNS İAT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Artikülasyon Testi/THMFNS AT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sesçil Çözümleme Testi/THMFNS SÇT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Sesbilgisel/Şekilbilgisel/Sözvarlıksal Ölçütleri Belirleme Testi/THMFNS SŞSÖBT, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonolojik Farkındalık Yetileri Öğretim Oturumları/THMFNS FFYÖÖ, Türk Halk Müziği Fonetik Notasyon Sistemi Fonolojik Farkındalık Yetileri Değerlendirme Grubu/THMFNS FFYDG) oluşum/gelişim ve eğitsel/öğretisel uygulamalara aktarım/adaptasyon süreçlerinin KayPENTAX® (Kay Elektrik Şirketi & PENTAX Medikal Şirketi) Fonetik Veritabanı Model 4332 örnekleme üzerinden gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- Bicil, Y. ve Demir, G., (2012). IPA Turca: Kural Tabanlı Türkçe Fonetik Dönüştürücü Programı/KTTFDP. TÜBİTAK Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü/UEKAE'nde Çoklu-Ortam Teknolojileri Araştırma Ve Geliştirme Laboratuvarı, Gebze/İstanbul.
- Çobanoğlu, Ö., (1999). Halkbilimi Kuramları Ve Araştırma Yöntemleri Tarihinin Giriş. Ankara: Akçağ Yayınları.
- Demir, G., (2011). Dil-Müzik İlişkisi Ekseninde Yapılanan Türk Halk Müziği Yöresel Ağız Özelliklerinin Fonetik Notasyonu. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türk Müziği Programı (Tez Danışmanı: Prof. Erol Parlak).
- Demir, N., (2002/4). Ağız Terimi Üzerine. Ankara: Türkbilgi Yayınları.
- Demir, N., (2010). Türkçede Varyasyon Üzerine. Ankara Üniversitesi Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Türkoloji Dergisi, Sayı 17(2).
- Demir, N., (2012). Türkçe Ağız Araştırmalarında Bazı Yöntem Sorunları. Diyalektolog Dergisi (Ağız Araştırmaları Dergisi) Sayı (4), Yaz 2012.
- Denizoğlu, İ., (2005). Vokoloji Ders Notları. (Url<[http://www.fonomed.net/ders\\_notlari.asp](http://www.fonomed.net/ders_notlari.asp)>) (Erişim Tarihi: 29.03.2014).
- Denizoğlu, İ., (2008). Ses Terapileri. (Url<<http://fonomed.net/pages/sesterapileri.pdf>>) (Erişim Tarihi: 29.03.2014).
- Denizoğlu, İ., (2012). Kilinik Vokoloji (Ses Terapileri). Adana: Adana Nobel Bookstore, ISBN:978-605-397-143-6, ss:1-40.



- Erdem, İ., (2013). Konuşma Eğitimi Esnasında Karşılaşılan Konuşma Bozuklukları Ve Bunları Düzeltme Yolları. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Türkçenin Eğitimi Öğretimi Özel Sayısı, ISSN:1308-9196, Yıl:6, Sayı:11, Ocak 2013.
- Erem, T. ve Sevin N., (1947). Milletlerarası Fonetik İşaretlerle Konuşma Dilimiz. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Ergenç, İ., (2002). Konuşma Dili Ve Türkçenin Söyleyiş Sözlüğü. İstanbul: Multilingual Yabancı Dil Yayınları, Baskı Matbaa.
- Evren, G.F., (2013). Programlı Bir Ses Eğitimi Kapsamında Dil-Konuşma Ögesi. Dil ve Edebiyat Eğitimi Dergisi. Yıl/Year: 2013 Cilt/Volume:2 Sayı/Issue:5, Sayfalar/Pages:50-60.
- Evren, G.F., (y.b.). Ses Eğitimi Yöntemlerinin Ses Hastalıklarının Tedavisinde Kullanımı. ([http://www.pegem.net/akademi/kongrebildiri\\_detay.aspx?id=4909](http://www.pegem.net/akademi/kongrebildiri_detay.aspx?id=4909)) (Erişim Tarihi: 20.09.2015).
- Gorman, K., (2013). Generative Phonotactics. Published Doctor Of Philosophy Thesis, Pennsylvania: The University Of Pennsylvania Linguistic Department.
- IPA., (1999). Handbook of The International Phonetic Association: A Guide to The Use of The International Phonetic Alphabet. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fonetik Veritabanı Model 4332., KayPENTAX®, A Division of PENTAX Medical Company, 3 Paragon Drive, Montvale, NJ 07645-1725, USA. ([www.kaypentax.com](http://www.kaypentax.com)). (Erişim Tarihi: 10.11.2015).
- Kaplan, A., (2015). Konuşma Aygıtında Sesi Anlamlandırma Olanakları. VI. Uluslararası Hisarlı Ahmet Sempozyumu. 28-30 Mayıs 2015, Kütahya, ss:38-47.
- Kılıç, M.A., (1999). Ses Bozuklukları: Yeni Bir Sınıflandırma Sistemi. Ç.Ü. Tıp Fakültesi Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, Cilt:8, Sayı:3, ISSN:1300-3755.
- Kılıç, M.A., (1999). Ses Bozukluklarının Tedavisinde Vurgu Yöntemi. Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi Nisan 1999, Cilt:6, Sayı:1, ss:115-119.
- Kılıç, M.A., (1999/2000). Konuşma Ve Dil Bozuklukları. KBB Hastalıklarında Mezuniyet Sonrası Eğitimi Toplantısı, 28-30 Nisan 2000, Kapadokya.
- Koçak, İ., (y.b.). Ses Terapisinde Şan Egzersizlerinin Kullanımı. ([www.drkocak.com/id15.html](http://www.drkocak.com/id15.html)) & (<http://drkocak.com/ses-terapisinde-san-egzersizlerinin-kullanimi>). (Erişim Tarihi: 10.05.2013).
- Korkmaz, B., (Ed.) (2008). 100 Soruda Dil ve Konuşma Bozuklukları. İstanbul: Doğan Kitap.
- Madran, F.G., (2013). Tam Protezlerde Fonasyon. Bitirme Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı.
- Özbek, M., (2010). Urfa Türkülerinin Dil Ve Anlatım Özellikleri. Yayımlanmış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi SBE Türk Dili Ve Edebiyatı Anabilim Dalı Yeni Türk Dili Bilim Dalı.
- Pekacar, Ç. ve Güner-Dilek, F., (2009). Uluslararası Fonetik Alfabe Ve Türkiye'de Ağız Araştırmaları. Türkiye Türkçesi Ağız Araştırmaları Çalıştayı (25-30 Mart 2008 Şanlıurfa), Atatürk Kültür, Dil Ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu Yayınları: 989, Ankara.
- Radhakrishnan, M., (2011). Musicolinguistic Artistry of Niraval





in Carnatic Vocal Music. Australian National University/ANU Research Repository Proceedings of the 42nd Australian Linguistic Society Conference, Australia.

- Roach, P., (1992). Introducing Phonetics. England: Penguin English Press.
- Saruhan, Ş., (2014). Bir Meleksi'den Hayali Yaratık'a Dönüş Hikâyesi: Kastratolar. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı:1, ss:561-572.
- Saruhan, Ş., (2014). Opera Şarkıcılığında Bir Dönüm Noktası: Do Di Petto. Tarih Okulu Dergisi (TOD), Sayı:XVII, ss:661-679, DOI:http://dx.doi.org/10.14225/Joh468.
- Saruhan, Ş., (2014). Opera Şarkıcılığında Metinsel Anlaşılabilirlik Problemi Ve Nedenleri. International Journal of Social Science, Number:27, pp:553-573, Doi: http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2411.
- Sherer, T.D., (1994). Prosodic Phonotactics. Doctor of Philosophy Thesis, The Graduate School of the University of Massachusetts Amherst Department of Linguistics, Amherst.
- Stone, R.M., (2008). Theory for Ethnomusicology. New Jersey: Pearson Press.
- TDK., (1945). Türk Dialekleri Çeviriyazı Sistemi. İstanbul: Cumhuriyet Matbaası.
- Töreyn, A.M., (2008). Ses Eğitimi (Temel Kavramlar-İlkeler-Yöntemler). Ankara: Gençlik Kitabevi.
- Vural, T., (1990). Ses Sanatkarlarında Ses bozukluklarının Teşhis ve Tedavisi, Otolarengolojide ve Sanat Dallarında Disfoniler Uluslararası Sempozyumu, İstanbul, ss:60.
- Yavuzer, A., Öğüt, F., Kalaycı, T., Çeltiklioğlu, F. ve Bakır, H., (y.b.). Ses Sanatçılarına Foniatrik Yaklaşım. (<http://www.tkbbv.org.tr/dergi.aspx?Dergi=38&yil=1999&makale=4508>). (Erişim Tarihi:25.03.2016).
- Yiğit, N., (2004). Sesini Profesyonel Olarak Kullanan Veya Kullanacak Olan Bireylerde Karşılaşılan Ses Sorunları Ve Nedenleri. 1924-2004 Müzik Muallim Mektebinden Günümüze Müzik Öğretmeni Yetiştirme Sempozyumu Bildirisi, SDÜ, 7-10 Nisan 2004, Isparta.
- Yücel., D., (2009). Sesbilgisel Farkındalık (Fonolojik Farkındalık) Eğitiminin Okuma Sorunu Olan Çocuklar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Özel Eğitim Programı.
- <http://www.pentax.com.tr/tr/product/14747/cameras.html> (Erişim Tarihi: 09.11.2015).
- <http://www.pentaxturkey.com/index.php?topic=1952.0> (Erişim Tarihi: 22.11.2015).
- <http://us.pentaxmedical.com> (Erişim Tarihi: 06.11.2015).
- <http://jproc.ca/rrp/sonagraph.html> (Erişim Tarihi: 27.11.2015).
- <http://www.kayelectric.coop/content/about-us-0> (Erişim Tarihi: 19.11.2015).
- <http://www.kaypentax.com> (Erişim Tarihi:10.11.2015).
- <http://www.kayelemetrics.com> (Erişim Tarihi:10.11.2015).
- <http://www.pentaxmedical.com> (Erişim Tarihi:10.11.2015).
- [www.speechtech.com/pdb2.html](http://www.speechtech.com/pdb2.html) (Erişim Tarihi:10.11.2015).
- [http://www.kaypentax.com/index.php?option=com\\_aboutkay&task=edit>Show&rec\\_id=1&menu\\_id=0&controller=aboutkay\\_cmphp&Itemid=2](http://www.kaypentax.com/index.php?option=com_aboutkay&task=edit>Show&rec_id=1&menu_id=0&controller=aboutkay_cmphp&Itemid=2) (Erişim Tarihi:01.12.2015).



- 
- [http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com\\_product&view=product&Itemid=3](http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com_product&view=product&Itemid=3) (Erişim Tarihi:02.12.2015).
  - [http://www.berrycreative.biz/Pdfs/KayPentax\\_Acquisition\\_Pentax\\_Backgrounder.pdf](http://www.berrycreative.biz/Pdfs/KayPentax_Acquisition_Pentax_Backgrounder.pdf) (Erişim Tarihi:03.12.2015).
  - [http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com\\_product&view=product&Itemid=3&controller=product&cid\[\]=23&task=pro\\_details](http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com_product&view=product&Itemid=3&controller=product&cid[]=23&task=pro_details) (Erişim Tarihi:10.11.2015).
  - [http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com\\_product&view=product&Itemid=3&controller=product&cid\[\]=54&task=pro\\_details](http://www.kayelemetrics.com/index.php?option=com_product&view=product&Itemid=3&controller=product&cid[]=54&task=pro_details) (Erişim Tarihi:10.11.2015).
  - [http://comd.uh.edu/facultyandstaff/mchenry\\_m\\_srlab.html](http://comd.uh.edu/facultyandstaff/mchenry_m_srlab.html) (Erişim Tarihi:23.11.2015).
  - <https://music.ku.edu/vocology-lab> (Erişim Tarihi:01.12.2015).
  - <http://cmed.faculty.ku.edu/chovoped/voclab/> (Erişim Tarihi:10.11.2015).
  - <http://new.oberlin.edu/conservatory/departments/voice/vocal-arts-center/equipment.dot> (Erişim Tarihi:13.11.2015).
  - <http://www.rider.edu/wcc/undergraduate-programs/voice-performance> (Erişim Tarihi:16.11.2015).
  - [http://www.ncvs.org/products\\_academy.html&www.ncvs.org/ncvs/info/singers/index.html](http://www.ncvs.org/products_academy.html&www.ncvs.org/ncvs/info/singers/index.html) (Erişim Tarihi:01.12.2015).
  - [http://www.trtnotaarsivi.com/thm\\_detay.php?repno=701&ad=GELE%20GELE%20GELD%20B%20B%20KARA%20TA%20DEA](http://www.trtnotaarsivi.com/thm_detay.php?repno=701&ad=GELE%20GELE%20GELD%20B%20B%20KARA%20TA%20DEA) (Erişim Tarihi: 03.05.2014).
  - <http://www.tdk.gov.tr> (Erişim Tarihi:03.05.2014).



Hülya Elmalı Gülbaş

Serhan Karakaş

Uşak Üniversitesi, Uşak-Turkey  
serhankaratas@hotmail.com; hulya.elmali@usak.edu.tr

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.3C16PB>

**DERİ İMALATHANELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN KİMYASAL RİSK ETMENLERİNİN BELİRLENMESİ: UŞAK İLİ DERİ KARMA ORGANİZE SANAYİDE BİR UYGULAMA**

**ÖZ**

Bu çalışmada, UŞAK Karma Deri Organize 'de deri üretimi yapan 10 işyerine çalışma ziyareti yapılmış ve çalışma evreni 235 kişi belirlenmiştir. Yapılan bu ziyaretlerde 'Olasılıklı örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme stratejisi' uygulanarak toplamda 110 çalışana yüz yüze anket uygulanmış ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre deri işletmelerinde çalışan işçilerin iş sağlığı ve güvenliği bilinci incelenmiştir. Çalışanların büyük bir kısmı İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli eğitimi aldıklarını belirtmelerine rağmen kişisel koruyucu donanım kullanımı konusunda bazı çalışanların bunların kullanımının gereksiz olduğu düşüncesinde olduğu belirlenmiştir. Yapılan saha çalışması sonucunda deri imalathanelerindeki çalışanların İSG bilinci düzeyinin tespiti yapılmış ve bu durumun yaşanan sağlık ve güvenlik sorunlarını nasıl etkilediği tespit edilmiştir. Bu konu ile ilgili öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İş Sağlığı ve Güvenliği, Kimyasal Risk Etmenleri, Deri İmalathaneleri, Deri İmalathanelerinde Kimyasal Risk Etmenleri

**DETECTION OF CHEMICALLY RISKY FACTOR FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SECURITY IN LEATHER FACTORIES: A PRACTICE IN LEATHER COMBINED ORGANIZED OF UŞAK PROVINCE**

**ABSTRACT**

In this paper, a study visit to 10 factories manufacturing leather in Uşak combiner Leather Organized Industry were made and 235 people were determined as the target population of the study. By applying on of the probability sampling strategy, a poll was conducted on 110 workers in person and the resulting data's were evaluated. According to these results; occupational health and security awareness was investigated. This paper suggested that although great majority of workers stated that they were given necessary training about occupational health and security, some workers were in the opinion that the use of personal protective equipment is unnecessary. As a result of the field work level of the leather workers occupational health and security awareness was detected and how this level affected recently experienced health and security problems was suggested. Some recommendations on these issues were also presented.

**Keywords:** Occupational Health and Safety, Chemical Risk Factors, Leather Factories, Chemical Risk Factor in Leather Factories

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deri, insanoğlunun kullandığı ilk elbise türü olarak bilinmektedir. Deri işleme sektörü, büyükbaş ve küçükbaş hayvan ham derilerinin insan gücü, makine veya prosesler yardımıyla işlenerek mamul deri haline getirilmesini kapsayan bir sektördür [1]. Deri ve deri ürünleri imalatı sanayi başta eti için kesilen hayvanlardan elde edilen ham deriler olmak üzere her türlü hayvanın derileri ve kürklerinin imalatı ile bu derilerden valiz, çanta, sandık, eldiven, kemer, koşum takımları gibi aksesuarların imalatlarını ve deri ve kürkten giyim ürünleri ile ayakkabı imalatlarını gerçekleştirmektedir. Deri ve deri ürünleri imalatı sanayi tabaklama ve deri işleme, saraciye ürünleri, deri giyim eşyası, kürkten eşya ve ayakkabı sektörüne kadar geniş bir üretim alanında faaliyet göstermektedir [2]. Deri ve deri ürünleri imalatı sanayi NACE Revize 2 sınıflandırmasına göre iki grupta yer alan ürünlerden oluşmaktadır. "14-Giyim Eşyalarının İmalatı" içinde yer alan "Deri Giyim Eşyaları" ve "Kürkten Giyim Eşyaları" ile "15-Deri ve İlgili Ürünlerin İmalatı" bölümünün tamamını kapsamaktadır [2]. Ülkemiz de deri endüstrisi deha çok Ege, Marmara, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde faaliyet göstermektedir [3].

Ülkemizde deri işleme sanayi [4]:

- Deri işleme sanayi; İstanbul-Tuzla, Tekirdağ-Çorlu, Bursa, Balıkesir-Gönen, Bolu-Gerede, İzmir-Menemen, Uşak, Isparta, Manisa-Kula, Hatay'da,
- Deri hazır giyim firmaları; İstanbul ve İzmir'de yoğunlaşmaktadır.
- Ayakkabı yan sanayi firmalarının; yarıya yakını İstanbul'da olup, diğer firmalar İzmir, Konya, Gaziantep, Bursa gibi şehirlerde konumlanmıştır.

Deri ve deri ürünleri imalatı sanayinin temel ekonomik göstergeleri farklı eğilimler sergilemektedir. Sanayide faaliyet gösteren girişim sayısı 2006 yılında 10712 iken, bu sayı 2012 yılında 8713'e inmiştir. Buna karşın istihdam göstergesi olarak kullanılan ücretli çalışan sayısı ise 2006 yılında 59731 iken, 2012 yılında 71076'ya yükselmiştir. Üretim değeri aynı dönemde büyüyerek 2012 yılında 8,56 milyar TL'ye ulaşmıştır. Yaratılan katma değer de artış sağlanmıştır. 2006 yılında yaratılan katma değer 956 milyon TL iken, 2012 yılında 1,63 milyar TL'ye kadar yükselmiştir (bkz. Tablo 1) [2]. 2015 yılı deri ve deri işleme sektörü ihracat rakamlarına göre ayakkabı alt sektörü 670 milyon (%51.1), deri eşya alt sektörü 323 milyon (%24.7), ham ve işlenmiş deri alt sektörü 181 milyon (%13,8) ve postlar-kürkler alt sektörü 136 milyon dolarlık (%10,4) paya sahiptir [5]. 2015 yılı dünya toplam deri ve deri ürünleri ihracatında Çin (%37.4) ve İtalya (%10) ilk iki sırayı alırken Türkiye (0,5) 11. Sırada yer almıştır [5]. Sektör ulusal imalat sanayinde %2, istihdam içinde %1,5'luk bir paya sahiptir [6]. Türkiye deri işleme kapasitesi bakımından Avrupa'da İtalya'dan sonra ikinci sırada gelmektedir [1].

Tablo 1. Deri ve deri ürünleri imalatı sanayine ait seçilmiş bazı temel göstergeler [2]

(Table 1. Some selected basic indicators of leather products manufacturing industry [2])

Yıllar	Girişim sayısı (Adet)	Ücretli Çalışan Kişi Sayısı (Kişi)	Üretim Değeri (Milyon TL)	Katma Değer (Milyon TL)
2006	10712	59731	5370	956
2007	9506	57954	5144	900
2008	8066	59980	5275	991
2009	8328	47604	5601	904
2010	7458	58056	5847	1101
2011	8668	60698	7328	1384
2012	8713	71076	8562	1625

### 1.1. Ham Derinin İşlenmesi (Processing of Raw Leather)

Ham derinin işlenmesinde ki amaç; deriye sudan etkilenmeyen, mikroorganizmaların etkisiyle çürüyüp kokmayan ve kullanma amacına göre estetik ve istenen çeşitli özelliklerin kazandırılmasını sağlamaktır. Deri işlendikten sonra yumuşak, esnek, elastik, sağlam ve kullanım yerlerine göre çeşitli renk, kalınlık ve değişik özellikte deri elde edilir [7]. Ham derilerin işlenmesi birbirine oldukça benzemektedir. Deri endüstrisinde uygulanan prosesler kesikli prosesler olduğu için birbirini zincir gibi izlemektedir. Bu nedenle hammadde ve ürün cinsi, prosesin nerede başladığı ve bittiği konusunda önemli bilgiler vermektedir. Dolayısıyla prosesin başlangıcını ve bitişini belirleyen ham madde ve ürün tipi daha önemli bir kriter olarak ortaya çıkmaktadır [8 ve 9]. Bu anlamda deri üretim prosesleri, konvansiyonel olarak amaçlarından bağımsız şekilde bir alt kategorizasyona tabi tutulursa dört alt kategori oluşturulur [8 ve 9] (Bkz. Tablo 2).

Tablo 2. Ham deri işleme kategorileri [9]

(Table 2. Processing categories of raw leather [9])

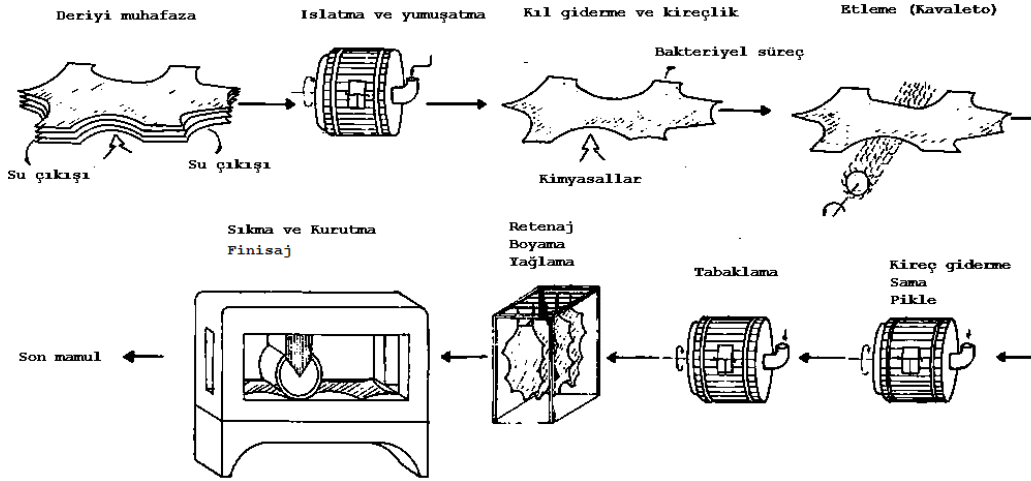
I. Alt Kategori	II. Alt Kategori	III. Alt Kategori	IV. Alt Kategori
<ul style="list-style-type: none"><li>• Islatma</li><li>• Kıl giderme ve kireçlik</li><li>• Kireç giderme ve Sama</li><li>• Yağ Giderme (Depikle)</li><li>• Pikle</li></ul> <p>Pikle deri yarı mamulü elde edilir.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tabaklama</li></ul> <p>Wet-Blue Yarı Mamulü elde edilir.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retenaj</li><li>• Boyama</li></ul> <p>Crust Yarı Mamulü elde edilir.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Finisaj</li></ul>

Deri işlemedeki işlemler şunlardır [10 ve 11]:

- **Derinin Muhafazası:** Hayvandan yüzüldükten sonra bakteri faaliyetine açık hale gelen derinin bozulmasını önlemek için yapılan işlem.
- **Islatma ve Yumuşatma:** Derinin doğal şişkin yapısı yeniden kazandırılması ve derideki kirli maddeleri uzaklaştırılması işlemi.
- **Kıl Giderme ve Kireçlik:** Deri üzerindeki kıllar ve epidermis tabakası uzaklaştırılması, derideki doğal yağların sabunlaşması

sağlanır ve tabaklama maddelerinin bağlanarak sağlam bir yapı oluşturmasını sağlayacak aktif gruplar serbest hale getirilir.

- **Etleme (Kavaletto):** Kireçlik işlemiyle şişen derinin, yağlı tabakası olan hipodermisin mekanik olarak deriden uzaklaştırılması işlemi.



Şekil 1. Ham derinin işlenerek son ürüne dönüştürülmesi [12]  
(Figure 2. Processing raw leather into endproduct [12])

- **Kireç giderme:** Kireçlik işlemiyle deriye kimyasal veya mekanik olarak bağlı olan kirecin giderilmesi işlemi.
- **Sama:** Spesifik enzimlerin kullanımıyla deri üretiminde işe yaramayan tipteki proteinlerin çözünmesi sağlanır.
- **Pikle:** Tabaklamada maddelerinin deri kesitine kadar inerek tabaklama işlemini gerçekleştirebilmesi için derinin asitlendirilmesi işlemi.
- **Tabaklama:** derinin ana maddesi olan kollojenin bozunmadan ve kokuşmadan kullanılabilir formda sağlam bir yapıya dönüştürülmesi işlemi.
- **Retenaj:** Derinin istenilen dolgunluk, sıklık, mukavemet gibi özelliklere sahip olması için çeşitli sentetik ve/veya bitkisel maddeler ile işlem görmesi işlemi.
- **Boyama:** Derinin çeşitli tipteki boyama maddeleriyle renklendirilmesi işlemi.
- **Yağlama:** Derinin istenilen yumuşaklık ve tutum gibi özelliklere sahip olarak kullanılabilir forma dönüşmesi için yapılan işlem.
- **Sıkma ve Kurutma:** Derinin mekanik olarak suyunun giderildiği, açıldığı ve derinin nem seviyesinin düşürüldüğü işlem.
- **Finisaj:** Deriye son halinin verildiği işlem.

Deri işlemenin en önemli süreçlerinden birisi tabaklama işlemidir. Tabaklama, ham deri ve postun epidermisin uzaklaştırılması ve dermanın stabilizasyonu ile son deriye dönüştürülmesi işlemidir. Derinin tabaklanmasında mineral tabaklama (krom), bitkisel tabaklama, aldehit tabaklama, sintan ve organik tabaklama teknikleri kullanılmaktadır [13]. Ancak deri tabaklamada iki temel proses (mineral tabaklama ve bitkisel tabaklama) sıklıkla kullanılmaktadır. Bitkisel tabaklama ekstreleri daha sıkı (çanta, kemer) ve kalın deriler (ayakkabı tabanları, topuklu ayakkabı) üretmek için kullanılır. Mineral tabaklama ise yumuşak (çanta, eldiven, döşeme) ve ince deri üretmek için kullanılır. ABD'deki tüm deri üretiminin



yaklaşık %85'i krom tabaklamadır [14]. Giysilik deriler için mineral tabaklama maddesi olarak, tabaklama süresinin kısa oluşu, yüksek ısıya ve bakterilere dayanıklı deri vermesi ve ucuz olması dolayısıyla, günümüzde en çok krom tuzları kullanılmaktadır [15]. Mineral tabaklama bitkisel tabaklanmış deriye göre dirençlilik, termal stabilite, yumuşaklık, hafiflik, esneklik, iyi boyanma gibi özellikler kazandırır [13 ve 15].

### 1.2. Deri İmalatında Görülen Güvenlik Riskleri ve Önlemler (Security Risks and Measures in Leather Manufacturing)

Deri imalathanelerinde meydana gelebilen iş kazalarının temel nedenleri şunlardır:

- **Kayma, takılma, düşme:** Bu kazalar genelde, kimyasalların veya derinin bulunduğu kapların taşınırken yüzeylerin kaygan veya ıslak olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sepilme kazanlarına ya da işletmede bulunan bozulmuş yüzey alanlarından kaynaklanmaktadır. Bu tür kazaların engellenmesi için zeminin daima temiz ve kuru tutulması, yüzeyinde kimyasal malzemeye dayanıklı kaymaz malzemelerle kaplanması gerekmektedir [16 ve 17].
- **Elektrik Çarpması:** İşletme içerisindeki elektrikli cihazların uygun elektrik tesisatının döşenmemesinden ve elektrikli cihazlara kontrolsüz müdahalelerden kaynaklanmaktadır. Yetkisiz ve bilgisiz personelin bakım ve onarım yapmasına izin verilmemelidir. İşletme içerisindeki elektrik tesisatı fabrika ihtiyaçlarına göre düzenlenmeli, gerekli önlemler alınmalıdır [16 ve 17].
- **Yaralanmalar:** İş kazalarında yaralanmaların başlıca nedenleri, makinelerin dönen ve hareket eden kısımlarına temas sonucu oluşan yaralanmalar, sıcak yüzeylere veya sıcak çözeltilerle temas sonucu oluşan yanıklar, elde kullanılan cihazlardan kaynaklı kesikler veya makine parçalarında oluşan sıçramalardan kaynaklı göz yaralanmalarıdır. Bu kazaların önüne geçilebilmesi için kişisel koruyucu donanımların (gözlük, eldiven, koruyucu botlar gibi) kullanımına özen gösterilmelidir. Makineler, makine koruyucular ile kapatılarak çalışanların çalışır durumdaki makineler ile teması engellenmelidir. Çalışanlara iş ekipmanları, el aletleri ve mekanik aletler ile ilgili eğitimleri alması sağlanmalıdır. Çalışanların sıcak yüzeyler ve sıcak çözeltiler çalışma süresi en aza indirilmelidir. Zorunlu hallerde ise ısıya dayanıklı eldiven gibi koruyucu donanım kullanımı sağlanmalıdır [16 ve 17].
- **Kimyasal Yanıklar, boğulma ve zehirlenmeler:** Deri üretim aşamalarında kullanılan kimyasallara temas sonucu kimyasal yanıklar veya üretim sürecinde açığa çıkan gazların solunması sonucu oluşan akut zehirlenme ile özellikle kapalı alanlarda sepilme banyoları ve kazanların temizlenmesi sırasında meydana gelebilen boğulma veya zehirlenme bu sektörde görülen iş kazalarının temel nedenlerindedir. Bu kazaları engellemek için kimyasal kullanımını en aza indirmek gerekmektedir. Bunun sağlanamadığı durumlarda çalışanlara kimyasal kullanımı ile eğitimleri alması; kimyasal ile çalışırken gerekli kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalı ve takip edilmelidir. Çalışanların, tek başlarına çalışmamasına özen gösterilmelidir. Özellikle kapalı alanlarda çalışılırken çalışanlar sık sık kontrol edilip gerekli temiz havayı solumaları sağlanmalıdır [16 ve 17].

### 1.3. Deri İmalatında Kullanılan Kimyasallar ve Sağlık Üzerine Etkileri (Chemicals and Used in Leather Business and Their Effect on Health)

Daha iyi bir yaşam standardı için kullanılan kimyasal maddelerin, yararları yanında ekolojik dengeyi bozan insan, bitki ve hayvan sağlığı için ciddi tehlikeler oluşturan ve gün geçtikçe artan zararları vardır. Çeşitli amaçlarla kullanılan kimyasal maddeler bir taraftan mesleksi olarak fabrikada çalışanlar için zararlı olabilirken, diğer taraftan endüstri atıkları ve gerekse endüstri dışında kullanımları sonucu havayı, suyu, toprağı ve besinlerimizi kirleterek tüm canlı (biyoekosistem) ve cansız ortam için zarar oluşturmaktadır [10]. Bu nedenle sektörde imalatçı konumunda bulunan işyerleri üretim şekilleri ve kapasiteleri bakımından farklılıklar arz etse de, iş sağlığı ve güvenliği yönünden ortak sorunlara sahiptirler. İmalat yapan tüm işyerlerinde görülebilecek genel sağlık ve güvenlik sorunlarının yanı sıra üretimde kullanılan kimyasallardan kaynaklanan yangın ve meslek hastalığı riskleri özel önem arz etmektedir [18].

Deri imalathanelerinde kullanılan kimyasallar çok çeşitlidir. Tehlikeli kimyasal maddeler, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından hazırlanan 12.08.2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik"te, patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, mutajen, kanserojen, üreme için toksik etkili ve çevre için tehlikeli özelliklerden birinin veya birkaçına sahip maddeler ve müstahzarları veya yukarıda sözü edilen sınıflamalara girmemekle beraber kimyasal, fizikokimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanımı veya iş yerinde bulundurulma şekli nedeniyle çalışanların, sağlık ve güvenlik yönünden risk oluşturabilecek maddeler veya mesleki maruziyet sınırları içerisinde belirlenmiş maddeler olarak tanımlanmıştır [19].

Tablo 3. Deri işlemede kullanılan bazı kimyasallar [11 ve 20]  
(Table 3. Some chemicals used in leather processing [11 ve 20])

<b>Islatma ve Yumuşatma</b> <b>Kıl Giderme ve Kireçlik</b>	Mikrobiyosit (Sodyum dietilditiyokarbamat trihidrat), insektisit, pestisit, Sodyum bisülfat, formik asit, Sodyum hidroksit, Sodyum hipoklorit, Sodyum sülfat, Sodyum hidrojen sülfat
<b>Kireç giderme</b> <b>Sama</b> <b>Tabaklama</b>	Sodyum bisülfat , Sodyum sülfat, Sülfürik asit, Formik asit , Hidroklorik Asit , Borik Asit , Asetik Asit , Laktik Asit , Organik solventler (Formaldehit), Amonyum klorür, Karbondioksit , Krom oksit, Zirkonyum Klorür, Alüminyum oksit , Naftalin, Sodyum karbonat , Magnezyum oksit
<b>Retenaj</b> <b>Boyama</b> <b>Yağlama</b>	Sodyum bisülfat , Sodyum sülfat, Sülfürik asit, Formik asit , Hidroklorik Asit , Borik Asit , Asetik Asit , Laktik Asit, Organik solventler (Formaldehit), Amonyum klorür, Karbondioksit, Krom oksit , Zirkonyum Klorür, Alüminyum oksit , Naftalin Sodyum karbonat, Magnezyum oksit
<b>Sıkma ve Kurutma</b> <b>Finisaj</b>	



Deri üretimi geniş bir yelpazede kimyasal kullanımını içerir [21]. Hayvan derisinin yapısını değiştirmek için kullanılan bu kimyasallar aynı etkiyi insan derisi içinde gösterebilir [11]. Sektörde özellikle deri işleme sırasında çözücüler oldukça önemlidir. Bu çözücüler çalışanların vücuduna solunum, deri ve yutma yolu ile girmektedir [18]. Krom tabaklama ve deri terbiyesinde çalışanlar kanserojen veya potansiyel kanserojen olan altı değerlikli krom tuzları, anilin ve benzidin bazlı azo boya ları, bitkisel tanenler, organik çözücüler, formaldehit gibi kimyasallara maruz kalma potansiyeline sahiptirler [14 ve 21]. Bu kimyasallara uzun süre maruz kalan işçiler için potansiyel tahriş edici özelliğindedir [11]. Deri işleme tabakhanelerde en çok kullanılan kimyasallardan birisi olan krom deri terbiyesinde, yün ve kürk üretiminde renklerin sabitlenmesinde kullanılır [22]. Bunun yanında çimento üretiminde ve metal kaplamada kullanılan kromun güçlü bir mesleki alerjemi olduğu rapor edilmektedir [23].

Öyle ki krom alerjisi genel nüfusun %1-3'ünü etkileyen, nikel ve kobalttan sonra en önemli üçüncü alerjidir [24]. Tabaklamadaki krom tuzları değerliğe bağlı olarak farklı toksik, sitotoksik, mutajenik ve kanserojenik aktiviteler gösterebilirler. Krom tuzlarının deriye nüfuz etme yetenekleri de farklıdır. Altı değerlikli krom biyolojik zarlardan kolayca geçerken, buna karşın üç değerlikli krom daha zor geçmektedir [25]. Krom ve bileşikleri, derideki yaralardan özellikle de sıyrık ve yaralardan girerek zor iyileşen kromat ülserleri yaparlar. Krom ülserleri tırnak dipleri, el sırtı, el bileği, önkol gibi daha çok açıkta bulunan ve maruz kalınan vücut bölümlerinde görülür. Ülserler derinleşip, kemik nekrozlarına neden olabilirler. Deride korozif etki, ülser, skar ile ülseratif olmayan alerjik kontak dermatitlere neden olurlar. Gözlerde krom ve bileşiklerinin toz ve buharı ile akut olarak konjonktivit ya da kornea zararları ortaya çıkabilir. Çok miktarda ağız yoluyla alımda mukozalarda sarı renk, yutma zorluğu, karın ağrısı, sarı-yeşil kusma, kanlı ishal, dolaşım yetmezliği, böbrek yetmezliği, koma vb. olabilir [22]. Bu nedenle krom ile çalışana işletmelerde günlük TWA sınırı 2 mg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir [26].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

20 Haziran 2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanun'un 2.,4. ve 5. Maddeleri gereği tüm işyerleri çalışan sayısı ve sektör gözetilmeksizin gereken iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarını etkin bir şekilde uygulaması gerekmektedir. 29 Mart 2013 tarih ve 28602 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İş Yeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde belirtilen 'Deri ve kürklü deri imalatı (kürkün ve derinin tabaklanması, sepi lenmesi, boyanması, cilalanması ve işlenmesi)' iş kolu tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Ülkemizde son yıllarda gelişen çalışanların yoğun emek harcadığı ve çok tehlikeli sınıfta yer alan bu sektörde İSG uygulamalarının etkinliği oldukça önemlidir. Deri üretim sektörü incelendiğinde sektörde yoğun oranda tehlikeli kimyasal kullanımı oldukça fazladır [27]. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği ilgili yapılan çalışmalar, yürürlüğe konan kanunlar ve düzenlemeler son yıllarda oldukça artmış ve bu alanda önemli gelişmeler kaydedilmiş. Farklı iş kollarında iş kolunun özelliklerine göre yapılan düzenlemeler ile iş kolunda oluşabilecek iş kazalarının ve meslek hastalıklarının oluşumunun engellenmesi amaçlanmaktadır. Bu konularda yapılan çalışmaların sektörler üzerindeki uygulama etkinliğinin belirlenmesi ve çalışanların bu konudaki farkındalıklarının belirlenmesi en az bu uygulamalar kadar önem taşımaktadır. Kimyasal



risk analizi kapsamında Uşak ili Karma Deri Organize Sanayi bölgesinde faaliyet gösteren deri işletmelerinin incelenmesi amacıyla çalışmada betimleyici araştırma modeli kullanılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmaların azlığı nedeniyle bu araştırma hem ilgili alan yazına hem de sektöre ışık tutacak yapıda olduğu için önem arz etmektedir. Aynı zamanda araştırma konusunun daha önce uygulanmamış olması çalışmanın özgünlüğünü ortaya koyan yapıdadır.

### 3. YÖNTEM (METHODS)

Uşak ili Karma Deri Organize Sanayi bölgesinde faaliyet gösteren 18 deri işletmesi araştırma evreni olarak seçilmiştir. Ancak firmaların çalışmaya katılmak istememeleri, zaman, maliyet gibi unsurlar dikkate alındığı için araştırmada çalışma evreni belirlenmesi gerekmiştir. Bu bağlamda çalışma evrenini 10 firma ve yaklaşık 235 kişi oluşturmaktadır. Personel devir oranının yüksek olması nedeniyle konu ile ilgili genel çalışan sayısına ulaşılmasında zorluk yaşanmıştır. Bu sebeple çalışmanın yapıldığı süre içerisinde mevcut işletmelerde yer alan söz konusu işçi sayılarının toplamı çalışma evrenini olarak kabul edilmiştir. Çalışma 08.04-18.06.2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Olasılıklı örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme stratejisi uygulanarak 110 kişiye ulaşılmıştır. Veriler yüz yüze görüşmeler aracılığı ile elde edildiğinden hatalı bir anket formu tespit edilememiş 110 anket formu üzerinden incelemeler yapılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinin uygulandığı araştırma da, Uşak ili deri işletmelerinde çalışan personelin kimyasal risk analizini yapabilmek amacıyla anket tekniği kullanılmıştır. Söz konusu anket alan yazın taraması yapılarak Çavdar (2014) [20] tarafından Bolu Gerede'de tabakhanelerdeki kimyasal risk etmenlerini ve deri maruziyetini ölçmek için kullanılan anket referans alınarak Uşak ilinde faaliyet gösteren deri işletmelerine göre revize edilmiştir.

Veri toplama aracı olarak oluşturulan anket iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, katılımcıların (deri işletmelerinde çalışan personel) demografik özelliklerine (cinsiyet, yaş, eğitim durumu, çalışma süresi) ve işletmenin yapısına (mevcut personel sayısı, faaliyet yapısı, kurumsal yapısı, sahip olunan belgeler) ilişkin sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde "İş Sağlığı ve Güvenliği ile Kimyasal Riskler" ölçmek amacıyla bir tane açık uçlu, altı tane betimleyici ve 11 tane tutum belirleyici kapalı uçlu soru kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak kullanılmadan önce 11 anket formu ile pilot çalışma yapılmıştır. Gerçekleştirilen pilot çalışma uyarınca gerekli görülen düzeltmeler yapılarak anket formu tarihler arasında uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programı (Statistical Package of Social Sciences) kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma amacına ulaşabilmek amacıyla veri setine çeşitli analizler uygulanmıştır. Öncelikli olarak "İş Sağlığı ve Güvenliği ile Kimyasal Riskleri" ölçmek amacıyla oluşturulan 11 tane tutum belirleyici kapalı uçlu ifadeye veri setinin yapısal geçerliliğini test etmek için güvenilirlik analizi uygulanmıştır. Yapılan güvenilirlik analizi sonucu Cronbach's Alpha ( $0.70 < \alpha < 1$ ) değeri 0,87 olarak saptanmıştır.

### 4. BULGULAR (FINDINGS)

Tablo 4'de deri işletmelerinde çalışan personelin demografik özellikleri analiz edilmiştir.

Tablo 4. Demografik özelliklere ilişkin frekans analizi  
(Table 4. Frequency analysis on demographical raits)

Değişkenler	Gruplar	f	%
Yaş	25 Yaş ve Altı	13	12,1
	26-35 Yaş	27	25,2
	36-45 Yaş	54	50,5
	46-55 Yaş	10	9,3
	56 Yaş ve Üstü	3	2,8
Cinsiyet	Erkek	90	81,8
	Kadın	20	18,2
Eğitim	Hiç Okula Gitmemiş	3	2,7
	İlköğretim	63	56,8
	Lise	26	23,4
	Ön lisans/Lisans	17	15,3
	Yüksek Lisans	1	0,9
	Doktora	1	0,9
Çalışma Süresi	1 Yıldan Daha Az	42	38,5
	2-4 Yıl	37	33,9
	5-7 Yıl	17	15,6
	8-10 Yıl	3	2,8
	11 Yıldan Fazla	10	9,2

Tablo 5'de deri işletmelerini tanımlayan frekans analizi görülmektedir.

Tablo 5. İşletmelere ilişkin tanımlayıcı frekans analizi  
(Table 5. Descriptive frequency analysis on the business)

Değişkenler	Gruplar	f	%
Faaliyet Süresi	1 Yıldan Daha Az	10	9,4
	1-5 Yıl	23	21,7
	6-10 Yıl	34	32,1
	11-15 Yıl	17	16,0
	16 Yıldan Fazla	22	20,8
Personel Sayısı	0-1 personel	-	-
	2-9 personel	19	17,3
	10-24 personel	29	26,4
	25-49 personel	33	30,0
	50-99 personel	18	16,4
	100 personel	11	10,0
Kurumsal Yapı	Aile İşletmesi	88	80,0
	Kurumsal İşletme	22	20,0
Sahip Olunan Belgeler	Yok	87	64,4
	ISO 9001	16	11,8
	ISO 14001	10	7,4
	ISO 18001	1	0,7
	Diğer	11	8,1

Çalışmaya konu olan deri işletmeleri ağırlıklı olarak %32,1 oranıyla 6-10 yıl, %21,7 oranında 1-5 yıl, %20,8 oranında 16 yıldan fazla, %16,0 oranında 11-15 yıl ve %9,4 oranında 1 yıldan daha az süreyle faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. Katılımcı personelin çalıştığı işletmeler ağırlıklı olarak %30,0 oranında 25-49 personele, %26,4 oranında 10-24 personele, %17,3 oranında 2-9 personele, %16,4 oranında 50-99 personele ve %10,0'u 100 personel ve daha fazlasına sahip olduğu görülmektedir. Katılımcı personelin %80'i aile işletmesinde çalışmaktadır. Katılımcı personelin çalıştığı

işletmelerin %11,8'i ISO 9001, %7,4'ü ISO 14001 ve %0,7'si ISO 18001 belgelerine sahip iken, işletmelerin %64,4'ü herhangi bir belgeye sahip değildir. Tablo 6'de iş sağlığı ve güvenliği açısından deri işletmelerinde çalışan personelin mevcut durumu tespit edilmiştir.

Tablo 6. İş sağlığı ve güvenliği frekans analizi  
(Table 6. Frequency analysis on occupational health and security)

Değişkenler	Gruplar	f	%
Deri İşleme Süreci İçinde Kaza Durumu	Evet	10	9,0
	Hayır	101	91,0
Geçirilen Kaza Çeşitleri	Yüksekten düşme	1	20,0
	Elektrik çarpması	1	20,0
	Kimyasal yanıklar	1	20,0
	Boğulma ve zehirlenmeler	1	20,0
	Diğer	1	20,0
Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımı	Evet	86	81,1
	Hayır	20	18,9
Kullanılan Kişisel Koruyucu Donanım Çeşitleri	Eldiven	84	33,0
	Toz maskesi	60	23,6
	Kimyasallara Karşı Koruyucu Kıyafet	19	7,4
	Baret	2	0,7
	Tam Yüz Gaz Maskesi	8	3,1
	Yarım Yüz Gaz Maskesi	15	5,9
	Yüz Siperi	1	0,3
	Kulak Tıkacı	14	5,5
	Koruyucu Kemer	9	3,5
	Koruyucu Ayakkabı	42	16,5
Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmama Nedeni	İşveren temin etmiyor	1	5,2
	Rahat ve hızlı hareket edemiyorum	3	15,7
	İşe yaramıyor	1	5,2
	Gerek yok	14	73,6
	Diğer	-	-

Buna göre 10 katılımcı personel iş kazası geçirmiştir. Bu kazaların kazalardan 1 personel yüksekten düşme, 1 personel elektrik çarpması, 1 personel kimyasal yanıklar, 1 personel boğulma/zehirlenme olarak belirtirken 6 personel geçirdikleri kaza hakkında bilgi vermemiştir. Katılımcı personelin %81,1'i kişisel koruyucu donanım kullandığını belirtmiştir. Kullandıkları koruyucu donanım olarak %33,0'ü eldiven, %23,6'sı toz maskesi, %16,5'i koruyucu ayakkabı, %7,4'ü ise kimyasallara karşı koruyucu kıyafet kullandığı belirlenmiştir. Katılımcı personel, koruyucu kullanmama nedenlerini ise %73,6 oranında "gerek yok" ifadesiyle vurgularken %15,7'si "rahat ve hızlı hareket edemediğini" belirtmiştir. Tablo 7'de iş sağlığı ve güvenliği ile kimyasal riskler boyutunda çalışan personelin görüşleri incelenmiştir.

Tablo 7. İş sağlığı ve güvenliği ile kimyasal riskler  
(Table 7. Occupational health and security and chemical risks)

İfadeler	Hayır		Evet		Toplam	
	Dağılım (n)	Oran (%)	Dağılım (n)	Oran (%)	Dağılım (n)	Oran (%)
Düzenli olarak sağlık taramasından geçiriliyor musunuz?	28	25,9	80	74,1	108	100,0
İş Sağlığı ve Güvenliği konusundaki yasal zorunluluklardan haberdar mısınız?	25	22,9	84	77,1	109	100,0
Çalışmanız süresince kişisel koruyucu donanım temin ediliyor mu?	12	11,4	93	88,6	105	100,0
Kimyasal maddeler üzerinde yazılı olan "Güvenlik Bilgi Formlarının" ne işe yaradığı hakkında bilginiz var mı?	48	45,3	58	54,7	106	100,0
"Güvenlik Bilgi Formları" ile ilgili eğitim aldınız mı?	35	33,7	69	66,3	104	100,0
Kimyasal maddelerin kullanımı ile ilgili olarak geçmişte herhangi bir eğitim aldınız mı?	57	56,4	44	43,6	101	100,0
Çalıştığınız kimyasalların birbirleri ile kullanım kuralları hakkında bilgi aldınız mı?	32	32,3	67	67,7	99	100,0
Kullanılan kimyasalların depolama koşulları ile ilgili bilgi aldınız mı?	39	40,2	58	59,8	97	100,0
Çalıştığınız işletmede kimyasallarla çalışılan ortamlar birbiri ile ayrılmış mıdır?	20	19,6	82	80,4	103	100,0
Farklı birimlerde çalışanlar bu alanlara girebilmekte midir?	40	38,8	63	61,2	106	100,0
Çalıştığınız işletmede bina ve eklentileri her zaman temiz tutulmakta mıdır?	15	14,2	91	85,8	108	100,0

Tablo 7'ye göre katılımcıların %74,1'i düzenli olarak sağlık taramasından geçirildiğini, %77,1'i İş Sağlığı ve Güvenliği konusundaki yasal zorunluluklardan haberdar olduğunu, %88,6'sı çalışması süresince kişisel koruyucu donanım temin edildiğini, %66,7'si çalıştığı kimyasalların birbirleri ile kullanım kuralları hakkında bilgi aldığını, %80,4'ü çalıştığı işletmede kimyasallarla çalışılan ortamlar birbirlerinden ayrıldığını, %61,2'si farklı birimlerde çalışanlar bu alanlara girebilmekte olduğunu, %85,8'i çalıştığı işletmede bina ve eklentileri her zaman temiz tutulmakta olduğunu belirtmiştir. Ancak Tablo 7'de katılımcıların %40,2'si kullanılan kimyasalların depolama koşulları ile ilgili bilgi almadığını belirtmiştir. Katılımcı personelin %66,3'ü "Güvenlik Bilgi Formları" ile ilgili eğitim aldığını belirtmesine rağmen %54,7'sinin kimyasal maddeler üzerinde yazılı olan "Güvenlik Bilgi Formlarının" ne işe yaradığı hakkında bilgi sahibi olması dikkat çekici bir unsur olarak görülmüştür. Aynı zamanda %56,4 oranında kimyasal maddelerin kullanımı ile ilgili olarak geçmişte herhangi bir eğitim almamış olması personelin kimyasal riskler bakımından kendi sağlığını ve



güvenliğini tehlikeye atabilecek bir durumda olup olmadığını değerlendirilmesini gerektirmektedir.

##### 5. SONUÇ VE TARTIŞMA (RESSLTS AND DISCUSSION)

Yapılan çalışmalar sırasında deri imalathanelerindeki deri üretim aşamalarında her ne kadar tehlikeli kimyasalların yerine daha az tehlikeli kimyasallar kullanılmaya çalışılsa da tehlikeli kimyasalların kullanımının kaçınılmaz olduğu belirlenmiştir. Bu durumda çalışanlar için diğer sektörlerde çalışanlara göre İSG uygulamaları yönünden daha etkin önlemlerin alınmasını gerekliliğini ortaya koymuştur. Sektörde çalışanların mesleki eğitimlerinin ve tecrübelerinin önemi vurgulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda çalışmaya katılan kişilerin büyük bir çoğunluğunun eğitim düzeyini düşük olması ve sektörde personel devir oranının yüksek olması sebebiyle gerekli mesleki tecrübe ve bilgiye sahip olmamalarına neden olmakta bu durumda çalışanların tehlikeli kimyasallarla çalışmaları için mesleki eğitim almaları gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çalışanların büyük kısmı tehlikeli kimyasallarla doğrudan çalıştığı göz önüne alındığında bu çalışanların eğitim düzeylerinin ve mesleki tecrübelerinin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) bilinci açısından önem taşımaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği açısından deri imalathanelerinde güvenlik riskleri ve iş yerinde alınması gereken İSG önlemlerinin olası iş kazalarının oluşumunu engellediği elde edilen bulgular ile desteklenmektedir. Buna göre iş yerlerinde risk değerlendirmeleri yapılarak, güvenlik riskleri belirlenmeli, depolama koşulları gözden geçirilmeli, yangın güvenliği, patlama, ergonomi, iş yeri hijyeni gibi konularda gerekli tedbirler alınması İSG uygulamalarının etkinliği açısından önemlidir. İşyerindeki risklere karşı genel yaklaşımın birinci basamağı olan risklerden kaçınma bu noktada önemlidir. Deri üretim aşamalarında yüksek riskli kimyasal kullanımının kaçınılmaz olası nedeniyle özellikle bu kimyasallarla çalışan alanların havalandırma sistemlerinin bulunması, kimyasalların transferleri sırasında kapalı ve dış müdahaleye kapalı otomatik sistemlerin kullanılması gibi üretim bantının şartlarının iyileştirilmesinin yanı sıra çalışan rotasyonu gibi yönetsel düzenlemelerle çeşitli önlemler alınarak bu tür tehlikeli kimyasallardan etkilenmelerinin önüne geçilmelidir. Kimyasallarla çalışırken uygun koruyucu kıyafet giyilmeli, gözlük, eldiven, maske gibi kimyasala maruziyeti önleyecek ekipmanlar kullanılmalıdır. Bu konuda bir diğer hususta KKD kullanımının doğru şekilde yapılması gerektiğidir.

İş yerinde kullanılan kimyasallara ve mekanik risklere uygun koruyucu donanımların seçilmesi KKD'nin işlevselliği açısından oldukça önemlidir. KKD seçiminde koruyucunun hangi risklere karşı koruyucu özelliğe sahip olduğunu gösteren işaretlemelere ve piktogramlara dikkat edilmeli uygun olan ekipmanlar seçilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği açısından sonuçlar incelendiğinde iş kazası oranının düşük bir oranda olması, çalışanların gerekli koruyucu ekipmanları firmalar tarafından temin edildiğini belirmeleri ve çalışanlarında bunları kullanıyor olmaları, firmaların ve çalışanların konu ile ilgili gereken hassasiyetleri gösterdiğine işaret etmektedir. Bu durum literatürde yer alan KKD kullanımı ile iş kazaları arasında ters orantı olduğunu belirten çalışmalardaki bulgular ile aynı yöndedir. Fakat Kişisel koruyucu donanım kullanımını ile ilgili sorulara hala bir kısım çalışanın 'gerek yok' cevabını vermesi de konu ile ilgili çalışanın mesleki eğitiminin ve İSG bilincinin eksik olduğunu göstermektedir. Ayrıca kimyasalların çalışan sağlığı üzerindeki etkileri hususunda daha fazla bilgilendirilmesi gerekliliğini ortaya

koymuştur. Deri imalathanelerinde tehlikeli kimyasal maddelerle çalışan personelin bu kimyasallara maruz kalmalarına bağlı yaşayabilecekleri sağlık sorunları göz önüne alınarak özellikle tehlikeli kimyasallarla doğrudan çalışan personelin düzenli sağlık kontrolünden geçirilmesi gerekmektedir. Bu durum olası mesleki rahatsızlıkların önüne geçilmesinde etkin rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda kimyasal kullanımının olası kaza ve meslek hastalığına yakalanma riskini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Bu durum özellikle kimyasallarla doğrudan çalışan personelin ve onlarla aynı ortamda çalışan personel için İSG uygulamalarının önemini ve gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. İSG uygulamalarının etkin ve doğru olarak gerçekleştirilmesi sektördeki çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından oldukça önemlidir. Çalışmaya katılan çalışanların güvenlik bilgi formları ile ilgili bilgilerinin eksik olduğu belirlenmiştir. Çalışanların özellikle kimyasalların özelliklerinin tanımlandığı güvenlik bilgi formları ile eğitimine özen gösterilmeli bu mevcut eğitimlerin yanında bu konuda ek eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler eğitim verimliliği göz önüne alınarak düzenli aralıklarla tekrarlanmalıdır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Kaygısız, F., (2006). Bursa İli Mustafa Kemal Paşa İlçesi Deri Sanayi İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı Üzerine Bir Araştırma. J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ, 32(2), pp:95-105.
2. İSO, İ.S.O. Deri ve Deri Ürünleri İmalatı Sanayi. Küresel Rekabette İstanbul Sanayi Odası Meslek Komiteleri Sektör Stratejileri Projesi 2015.
3. İleri, R.B., (2002). Veysel, Deri Endüstrisi Atıksularının Merkezi Sistem ile Arıtılabilirliğinin Araştırılması. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3), pp:195-208.
4. BSTB, B.S.V.T.B., Türkiye Tekstil, Hazır giyim ve Deri Ürünleri Sektörleri Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2015-2018. 2015, pp:75
5. Ekonomi Bakanlığı, Deri ve Deri Mamulleri Sanayi. 2016.
6. Günay, D., (2004). Deri ve Deri İşleme Sanayii Sektörü, in Sektörel Araştırmalar. pp:43.
7. İleri, R. and V. Bulur., (2002). Deri Endüstrisi Atıksularının Merkezi Sistem ile Arıtılabilirliğinin Araştırılması. SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(3), pp:195-208.
8. Müdürlüğü, Ç.Y.G., (2012). Deri Sektörü, in Türkiye'de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi. Türkiye. pp:22
9. Yıldız-Töre, G., et al., (2002). Çorlu Deri Organize Sanayi Bölgesi Üretim Profili Ve Atıksularının Biyolojik Arıtılabilirlik Esaslı Karakterizasyonu. SKDD, 14(2). pp:16-22.
10. Cengiz, N., (2002). Deri Sanayiinde Kullanılan Kimyasalların İşçi ve Çevre Sağlığı Üzerine Etkileri. Kocatepe Tıp Dergisi, 3(1).
11. Febriana, S.A., et al., (2012). Inventory of the chemicals and the exposure of the workers' skin to these at two leather factories in Indonesia. International Archives of Occupational and Environmental Health, 85(5), pp:517-526.
12. Anonim. Vegetable Tanning. 2016; Available from: <http://www.permairpakistan.com/vegetanning.htm>.
13. Ork, N., et al., (2014). Comparative Determination of Physical and Fastness Properties of Garment Leathers Tanned with Various Tanning Materials for Leather Skirt Production. Tekstil Ve Konfeksiyon. 24(4), pp:413-418.



14. Stern, F.B., et al., (1987). Mortality of Chrome Leather Tannery Workers and Chemical Exposures in Tanneries. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*. 13(2), pp:108-117.
15. Çetinkaya, F. and Y. Çetinkaya., (2014). Maskeleme Maddeleri Kullanılarak Kromla Tabaklanmış Giysilik Mamul Derilerin Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1).
16. Stellman, J.M., (1998). *Encyclopaedia of occupational health and safety*. International Labour Organization.
17. ILO, I.L.O., (2012). *Tanner: International Hazard Datasheets on Occupation*.
18. Başkanlığı, İ.T.K., (2006). Ayakkabı, Saya, Saraciye Ve Deri Konfeksiyon İmalatı Yapılan İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Proje Denetimi Değerlendirme Raporu.
19. Gazete, R., (2012). Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik.
20. Çavdar, B., (2014). Tabaklama İşlemlerinde Kimyasalların Deri Yolu İle Maruziyetinde Riskler Ve Önlemler, in İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Ankara.
21. Mikoczy, Z., et al., (1996). Cancer incidence and specific occupational exposures in the Swedish leather tanning industry: A cohort based case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*. 53(7). pp:463-467.
22. İlhan, M., (2002). Krom Ve Bileşiklerinin Zararlı Sağlık Etkileri Ve Korunma. *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. 3(12). pp:35-37.
23. Lockman, L.E., (2002). Case report: Allergic contact dermatitis and new-onset asthma-Chromium exposure during leather tanning. *Canadian Family Physician*. 48. pp:1907-1909.
24. Hedberg, Y.S., Liden., C., and Wallinder., I.O., (2015). Chromium released from leather-I: exposure conditions that govern the release of chromium(III) and chromium(VI). *Contact Dermatitis*. 72(4). pp:206-215.
25. Aitio, A., et al., (1984). Urinary-Excretion of Chromium as an Indicator of Exposure to Trivalent Chromium Sulfate in Leather Tanning. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 54(3). pp:241-249.
26. Gazete, R., Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, in 28733, Ç.v.S.G. Bakanlığı, Editor. 2013.
27. Gazete, R., 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. 2012.





**Sevinç Aydın**

Munzur University, sevincaydin2380@gmail.com, Tunceli-Turkey

**Tubay Kaya, Orhan Erman, Ökkeş Yılmaz**

Fırat University, Elazığ-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.4B6PB>

**TİP-I DİYABET OLUŞTURULAN RATLARIN KAN DOKUSUNDA PROTEİN, VİTAMİN VE KOLESTEROL PROFİLLERİ ÜZERİNE *Physalis peruviana* L. EKSTRAKTININ ETKİLERİ**

**ÖZ**

Tip-1 diyabet, insüline bağımlı diabetes mellitus (IDDM) olarak bilinir ve oluşumundaki en etkin faktör genetik yatkınlıktır. *Physalis peruviana* L. Solanaceae'ye ait olup güçlü bir antioksidan bitkidir. Bu çalışmada STZ ile tip-1 diyabet oluşturulmuş ratlarda altın çileğin kan (serum ve eritrositler) dokusunda oksidatif hasarın ve antioksidan savunmanın belirteçlerinden olan total protein, ADEK vitaminleri ve kolesterol değerleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Vitamin düzeyleri incelendiğinde serumda, kontrol (K) grubuna kıyasla, diyabet (D) grubunda K-1 vitamin düzeyinin belirgin derecede azaldığı ( $p < 0,001$ ), K-2 vitamin ve retinol düzeylerinin anlamlı şekilde arttığı ( $p < 0,01$ ), Altın çilek verilen grupta ise (D+A), K-2 ve D-3 vitamin değerlerinde belirgin bir artış ( $p < 0,001$ ), kolesterol düzeyinde ise bariz azalma gözlenmiştir ( $p < 0,01$ ). Eritrosit vitamin değerleri incelendiğinde ise K grubuna kıyasla; D+A grubunda K1, D-2 vitamin ve kolesterol değerlerinin artış gösterdiği ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,01$ ) saptanmıştır. Protein değerleri incelendiğinde ise hem serumda hem de eritrositte kontrole kıyasla D grubunda azalma ( $p < 0.05$ ), D+A grubunda ise artış gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ,  $p < 0,01$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Altın Çilek, Type I Diyabet, ADEK Vitamin, Genetik, İnsüline Bağlı Diyabet

**THE EFFECTS OF GOLDENBERRY (*Physalis Peruviana* L.) EXTRACT ON THE PROTEIN, VITAMIN AND CHOLESTEROL PROFILES IN THE BLOOD TISSUE OF THE RATS IN WHICH TYPE I DIABETICS IS FORMED**

**ABSTRACT**

Type I diabetics is known as diabetes mellitus (IDDM) dependent to insulin and the most effective factor in its forming is genetic susceptibility. *Physalis peruviana* L. belongs to Solanaceae and is a strong antioxidant plant. In this study, the effects of Goldenberry on total protein, ADEK vitamins and cholesterol values, which are the indicators of oxidative damage and antioxidant defence, in blood tissue (serum and erythrocyte) in the rats in which Type I diabetics was formed with Streptozotocin (STZ), were investigated. When the vitamin levels were analyzed, it was observed that compared to control group (C), K 1 vitamin level decreased distinctively in diabetics group (D) ( $p < 0,001$ ), K 2 vitamin and retinol levels increased significantly ( $p < 0,01$ ); as for the group to which Goldenberry was given (D+G), a distinctive increase was observed in, K 2 and D 3 vitamin levels ( $p < 0,001$ ), a significant decrease was observed in cholesterol level ( $p < 0,01$ ). When erythrocyte vitamin levels were analyzed, it was determined that compared to C group; K 1, D 2 vitamin and cholesterol levels increased in D+G group ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,01$ ). When the protein levels were analyzed, a decrease in D group both in serum and erythrocyte was observed compared to C group ( $p < 0.05$ ), an increase was observed in D+G group ( $p < 0.05$ ,  $p < 0,01$ ).

**Keywords:** *Physalis peruviana* L., Type I Diabetics, ADEK Vitamins, Genetics, Insulin Dependent Diabetes

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Diabetes mellitus (DM) olarak bilinen şeker hastalığı, pankreasın beta hücrelerinden salgılanan insülinin eksikliği (veya yokluğu) ya da periferik dokuda insüline duyarsızlıkla kendini gösteren, karbohidrat metabolizması yetersizliği, protein, yağ ve hatta nükleik asit metabolizmasında da bozukluklara yol açan hiperglisemi ile karakterize edilen metabolik bir hastalıktır. Tip-1 diyabet, insüline bağımlı diabetes mellitus (IDDM) olarak bilinir. Bu diyabette pankreasta var olan bir seri olay sonucunda beta hücreleri yıkımı olur. Genellikle zayıflama, kilo kaybı, susama hissi ve sıklıkla idrara çıkma şeklinde semptomlar ile kendisini gösterir [1]. İnsülin yokluğuyla karakterize edilir. Normalde insülinin görevi kanda yüksek oranda bulunan glukozu alıp kas, karaciğer, adipoz dokularında depolamak olsa da, aslen anabolik hormon gibi görev görür. Kısacası başlangıçta hiperglisemiye ortadan kaldırmakla alakalı görülen bu hormonun, protein ve lipit metabolizması hatta nükleotid sentezi ile de bağlantılı olduğu açıktır [2].

Tip-2 diyabet, insüline bağımlı olmayan diabetes mellitus (NIDDM), erişkin başlangıçlı diyabet olarak adlandırılır. Bu diyabette beta hücre fonksiyonu bozukluğu veya insülin eksikliğine direnç şeklinde ortaya çıkar. Yine ırk, cinsiyet, yaşam tarzı, yaşlanma, hareketsizlik gibi bazı risk faktörleri hastalığın ortaya çıkışında etkilidir. Hastaların büyük bir kısmı (%80 kadarı) obezite veya obezite hikayeli olmalarına karşın, yaşlıların çoğunda obez olmasalar da bu hastalığa rastlanır [1 ve 3]. Diyabet tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak görülen bir hastalıktır. Artan obezite, hareketsiz yaşam biçimi gelişmiş ülkelerde ve gelişmekte olan ülkelerde beslenme alışkanlıkları sebebiyle tip-2 diyabetin görülme sıklığını belirgin oranda arttırmasına rağmen, tip-1 diyabetin daha nadir olduğu sonucuna varılmıştır. *Physalis peruviana* (Altın çilek) Solanaceae'ye ait olup güçlü bir antioksidan bitkidir ve içerdiği meyve şekeri nedeniyle diyabetlilerin kan şekeri seviyesini düzenleyici bir rolü vardır. Halk arasında yer kirazı veya yer çileği olarak da bilinmektedir. Tadı biraz mayhoş ve değişiktir. Türkiye'deki bazı altın çilek türleri, *Physalis alkekengi*, *P. philadelphica*, *P. angulata* ve *P. pubescens*'dir.



Resim 1. *Physalis peruviana* L. (Altın çilek)  
(Photo 1. *Physalis peruviana* L. (Goldenberry))

*P. peruviana* meyveleri üzerine yapılan çalışmalar özellikle kabuk kısmında yüksek oranda kanseri önlemedeki rolü epidemiyolojik araştırmalarla kanıtlanmış olan beta karoten (%0.32 PO) içerdiğini ortaya koymuştur. Altın çilek yağ asitleri, fitosterol, karoten ve yağda çözünen vitaminlerin zengin kaynaklarını da içerir [4]. Altın çilek, pürüzsüz, kolay şekil alan, parlak ve turuncu-sarı bir dış yüzeye sahiptir. Aynı zamanda, özü suludur ve içerisinde çok ufak açık sarı çekirdekleri var. Dinlendirildiğinde tadı tatlılaşan altın çilek

taze olarak kurutuluyor ve tek başına tüketilebileceği gibi meyve, sebze salataları ve diğer ürünlerle de tüketilebilir. Tavsiye edilen tüketim günde 7-8 adettir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Birçok araştırmacı, lifli yapısından ötürü altın çileğin yenilmesindeki artış ile hipergliseminin azalışı arasındaki olumlu ilişkiyi vurgulamıştır. Bu çalışma ile tip-1 diyabet oluşturulmuş ratların kan dokusunda oksidatif hasarın ve antioksidan savunmanın belirteçlerinden olan total protein, A,D,E,K vitaminleri ve kolesterol değerleri üzerine altın çileğin etkilerini incelemeyi amaçladık.

## 3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

Deneyde ağırlıkları 200-250 gr olan 27 adet erkek Wistar albino cinsi sıçan kullanıldı.

- Grup I (7 adet): Kontrol grubu: Bu gruptaki sıçanlara STZ enjeksiyonu yapılmadı, standart besin maddesi ve su ile beslenmeleri sağlandı
- Grup II: Diyabet Grubu (n=10): Bu gruptaki sıçanlara 65 mg/kg STZ enjeksiyonu ile tip-1 diyabet grupları oluşturuldu. Deney süresi boyunca standart besin maddesi ve su ile beslenmeleri sağlandı.
- **Streptozotolin (STZ):** STZ, *Streptomyces griseus*'un küfünden elde edilen kimyasal özellik gösteren bir toksindir. STZ, antioksidan enzim sisteminin bulunmadığı pankreas beta hücrelerini oksidan etkisi ile tahrip edip insülin salınımını azaltır [8].
- Grup III Altın Çilek+Diyabet Grubu (n=10): STZ enjeksiyonu ile tip-1 diyabet oluşturulduktan bir hafta sonra, altın çilek ekstraktı 1 ml/kg düzeyinde (haftada iki kez) enjeksiyon yapılarak sıçanlara verilmesi sağlandı. Deney süresi boyunca standart besin maddesi ve 2 gr'lık toz haline getirilmiş ekstreleri suya katıp içirilerek beslenmeleri sağlandı.
- Uygulama iki ay süreyle yapıldı.
- Deney sonunda bütün gruplardaki sıçanlar dekapite edilerek kan dokusu alınarak Protein ve vitamin analizleri yapıldı.

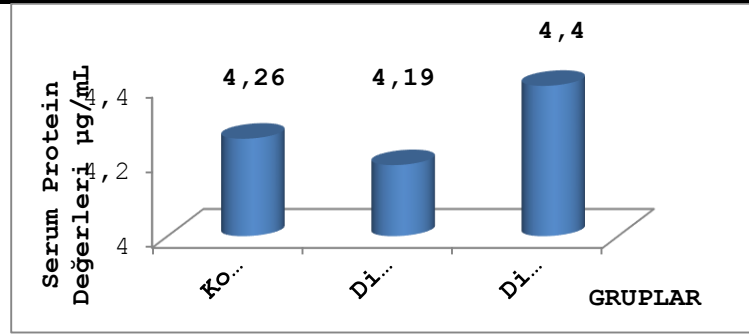
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Altın çilekte bulunan A, D, E, K vitaminleri ve sterol miktarlarına ilişkin sayısal veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 1 g altın çilekte bulunan A, D, E, K vitaminleri ve sterol miktarı

(Table 1. A, D, E, K vitamins and amount of sterol in Goldenberry)

Vitamin	µg/g
K1	6,35
α-tok	125,55
δ-Tok	1,05
D3	0,95
Kolesterol	51,00
Retinol	0,2
Ergosterol	46,3
Stigmasterol	59,15
Bsitosterol	32,05



Şekil 1. Serum protein değerleri  
(Figure 1. Value of serum proteins)

Kontrol grubuna göre, D ve D+AÇ gruplarında total protein düzeyinde kısmen farklılık görüldü.

Tablo 2. Tip-1 diyabet oluşturulan sıçanların serumundaki ADEK vitaminleri ve kolesterol değerleri (µg/mL)  
(Table 2. A,D,E,K vitamins and cholesterol levels in the serum of type-1 diabetic rats (µg/mL))

ADEK vitaminleri	K	D	D+AÇ
K-1	0,33±0,06	0,15±0,02 <sup>d</sup>	0,19±0,08 <sup>c</sup>
K-2	0,43±0,13	0,76±0,10 <sup>c</sup>	0,87±0,17 <sup>d</sup>
α-Tokoferol	11,50±0,19	12,76±0,27 <sup>b</sup>	13,09±0,33 <sup>c</sup>
D-2	0,14±0,07	0,18±0,03 <sup>a</sup>	0,13±0,03 <sup>a</sup>
D-3	0,21±0,03	0,18±0,07 <sup>a</sup>	0,54±0,10 <sup>d</sup>
Kolesterol	491,27±27,14	365,49±9,23 <sup>b</sup>	342,26±13,84 <sup>c</sup>
Retinol	0,28±0,04	0,47±0,14 <sup>c</sup>	0,22±0,04 <sup>b</sup>

Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında D grubunda K-1 düzeyinin belirgin derecede azaldığı ( $p<0.001$ ), K-2 ve retinol düzeylerinin anlamlı şekilde arttığı ( $p<0.01$ ), D+AÇ grubunda K-2 ve D-3 düzeylerinin ise belirgin derecede arttığı gözlemlendi ( $p<0.001$ ). D grubuna göre D+AÇ grubunda ise D-3 düzeyinde anlamlı artış tespit edildi ( $p<0.01$ ). Bitkisel tedavi yöntemleri diyabet ve komplikasyonları için alternatif çalışmalar olarak literatürde önem kazanmaya başlamıştır. Yapısal proteinlerin vücut ağırlığı üzerinde önemli etkisi vardır, fakat diyabette yapısal proteinlerde meydana gelen bozulmalardan dolayı kilo kayıpları yaşanmaktadır. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda; STZ verilerek diyabetli hale getirilen sıçanların 4 ile 6 haftalık deney sonunda, vücut ağırlıklarında azalma olduğu tespit edilmiştir [9 ve 10]. STZ'nin pankreasın langerhans adacıklarının deformasyonunda ve diyabetin patogeneğinde rol oynadıklarına dair birçok çalışma yapılmıştır [11]. Bu çalışmalarla benzer şekilde, çalışmamızda STZ'nin etkisiyle hızlı bir şekilde kilo kaybına maruz kalan diyabetli grupların, daha sonra enjeksiyonla verilen altın çilek ekstraktları sayesinde tekrar kilo almaya başladıkları tespit edilmiştir.

Tablo 3. Tip-1 diyabet oluşturulan sıçanların vücut ağırlık değerleri (g)  
(Table 3. Body weights of Type-1 diabetic rats (g))

Açlık Ağırlık	K	D	D+AÇ
STZ'den sonra	212,20±5,36	213,15±5,78	201,75±8,28
4.hafta	221,00±4,52	204,31±8,30	210,70±14,42
Çalışma sonu	226,60±4,60	202,36±7,18	236,36±7,18

Proteinler, oksidatif hasarın önemli bir hedefini oluştururlar. Çalışmamızda diyabetli grupta protein değerinin düşük olduğu görülmüştür. D+AÇ grubunda tedavi sonrası, kontrol grubuna yakın protein değerleri gözlemlendi. E vitamininin ( $\alpha$ -Tokoferol) serbest radikal reaksiyonlarının yayılmasını engelleyerek zincir kırıcı antioksidan olarak görev yaptığı bilinmektedir [12]. Yapılan çalışmalarda, altın çilekte B, C ve E vitaminleri bulunduğu belirtilmiştir [13]. Çalışmamızda diyabet grubunda E vitamini değerinin yükseldiği görülmüştür. Tedavi uygulanan D+AÇ grubunda yükselişin kısmen azaldığı gözlemlendi. Pankreasta bulunan beta hücrelerinin glukozla uyarılması sonucunda insülinin cevabını arttırmak suretiyle D vitamininin aktifleştiği, fakat D vitamininin bazal insülin sekresyonunu etkilemediği belirtilmiştir. D vitamini düzeyinin artmasının, kan basıncında yükselme, aşırı susama, idrar çıkışında artma, böbrek işlevlerinde bozulma ve idrarla protein kaybı gibi olumsuzluklarla ilgili olduğu belirtilmiştir [14]. Bu belirtilerin hemen hepsi diyabetle ilgili klinik olaylardır. Çalışmamızda da benzer şekilde Diyabet gruplarında D-2 değerinin kontrol grubuna göre yükseldiği görülmüştür. D-3 vitamin değerinin Altın çilek grubunda artış göstermesini ise altın çilek meyvesinde bol miktarda bulunmasıyla ilişkilendirebiliriz.

K vitamini, kan koagülasyonu ve antikoagülasyon faktörlerinin aktivasyonunda (karboksilasyon) dengeyi sağlamak amacıyla gereklidir. Ancak sağlıklı beslenme ile K vitamini alınımı gerçekleştirilebilir. Altın çilekte yüksek oranda K-1 değeri bulunmuştur [4]. Çalışmamızda serumda Diyabet gruplarında, K-1 değerinin düştüğü, Altın çilek eklenen grupta ise diyabetli gruba göre artış olduğunu tespit ettik. Bulgularımızda Diyabet grubunda kolesterol değerinin düşük olduğu görülmüştür. Bunu insülin eksikliğine bağlayabiliriz. Çünkü insülin hormonu kolesterol biyosentezinin önemli bir düzenleyicisidir ve diyabetik olaylarda insülin düzeyinin azalması diğer metabolik yolları etkileyeceğinden kolesterol düzeyinin bozulmasını sağlar diyebiliriz. Retinol, görmede etkin rol oynar. Deneysel olarak diyabet oluşturulmuş sıçanların karaciğerinde A vitamini düzeyinin yükseldiği belirlenmiştir. A vitamini depo edildiği karaciğerden vücudun diğer kısımlarına taşıyan taşıyıcı sistemin bozulması ve yeterli miktarda A vitamini alınamaması sonucunda diyabette A vitamini metabolizmasının bozulduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, diyabetlilerin dokularındaki ve dolaşımdaki retinol taşıyıcı proteinlerin düzeylerinin etkilendiği gösterilmiştir. Yapılan bir çalışmada STZ ile diyabet oluşturulan sıçanlarla benzer şekilde tip-1 diyabetik hastaların da serum retinol konsantrasyonu yüksek ölçülmüştür [15]. Çalışmamızda serumda Diyabet gruplarında retinol benzerlik göstermektedir.

##### **5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)**

Bu çalışma ile altın çileğin kan vitamin düzeylerini düzeylerini arttırıp, kolesterol değerini düşürerek Tip-1 diyabetin yıkıcı hasarlarını azalttığı gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların ileride diyabetli hasta takibinde ve hastalığın erken teşhisinde kullanılabileceğini umut ediyoruz.

##### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Brunner, L.S. and Suddarth, D.S., (2004). Textbook of Medical Surgical Nursing, Ten edition. Tahran.
2. Evans, J.L., (2007). Antioxidants: Do they have a role in the treatment of insulin resistance, Indian Journal of Medical Research, 125, 355-372.



3. Brant, C.F., (2004). *Tip 2 Diabetin Tıbbi Tedavisi*, Beşinci Baskı, Portcity Pres, İstanbul.
4. Ramadan, M.F., (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Research International*, 44, 1830-1836.
5. Nishimune, T., Yakushiiji, T., Sumimoto, T., Taguchi, S., Konishi, Y., Nakahara, S., Ichikawa, T., and Kunita, N., (1991). Glycemic response and fiber content of some foods. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 414-419.
6. Berger, M. and Venhaus, A., (1992). Dietary fibre in the prevention and treatment of diabetes mellitus, pp. 279-293 Eds. Schweizer, T.F. & Edwards, C.A. *Dietary fiber-a component of food nutritional function in health and disease*. Springer, London.
7. Flourie, B., (1992). The influence of dietary fiber on carbohydrate digestion and absorption, pp. 181-196, Eds. Schweizer, T.F. & Edwards, C.A., *Dietary fiber-a component of food nutritional function in health and disease*. Springer, London.
8. Like, A.A. and Rossini, A.A., (1976). Streptozotocin-induced pancreatic insulinitis: a new model of diabetes mellitus, *Science*, 193, 415-417.
9. Cam, M., Yavuz, O., and Güven, A., (2003). Protective effects of chronic melatonin treatment against renal injury in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Pineal Research*, 35, 212-220.
10. Aksoy, N., Vural, H., and Sabuncu, T., (2003). Effects of melatonin on oxidative and antioxidative status of tissues in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cell Biochemistry and Function*, 21, 121-125.
11. Heineke, E.W., Johnson, M.B., and Dilbergen, J.E., (1993). Antioxidant MDL29, 311 prevents diabetes in nonobese diabetic and multiple low-dose STZ-injected mice. *Diabetes*. 42, 1721-30.
12. Stocker, A. and Baumann, U., (2003). Supernatant protein factor in complex with RRR tocopherylquinone: a link between oxidized vitamin E and cholesterol biosynthesis. *Journal of Molecular Biology*, 332, 59-765.
13. Yanartaş, Ö., Yılmaz, Y., Baykaran, M.B., Saygılı, İ. ve Bozkurt Zincir, S., (2012). Altın Çilek (*Physalis peruviana* L.) Bitkisel Preparatının İndüklediği Manik Atak Olgusu. *Journal of Mood Disorders*, 2(1), 12-14.
14. Onishi, R.C., Jos'e, Z., Costa, V.M., Oliveira, M.A., and Fortes, Z.B., (2004). Ascorbic acid supplementation restores defective leukocyte-endothelial interaction in alloxan-diabetic rats. *Diabetes-Metabolism Research and Reviews*, 19, 60-68.
15. Basu, T.K. and Basualdo, C., (1997). Vitamin A homeostasis and diabetes mellitus, *Nutrition*, 13(9), 804-806.



Hülya Girgin, Nuri Başusta

Fırat University, nbasusta@hotmail.com, Elazığ-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2016.5A6PB>

**KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE YAKALANAN BERLAM BALIĞI (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*)'NİN  
BOY-AĞIRLIK İLİŞKİSİ**

**ÖZ**

Bu çalışma Kuzeydoğu Akdeniz'de yakalanan ve berlam balığı olarak bilinen, ekonomik öneme sahip *Merluccius merluccius* türünün total boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada berlam balığına ait 316 dişi ve 356 erkek birey olmak üzere toplam 672 balık bireyi ticari trol teknesi ile uluslararası sularda yapılan avcılıkta yaklaşık 200-380 m derinliklerde ticari tür olarak elde edilmiştir. Balık örnekleri şoklanarak Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Ekofizyoloji laboratuvarına getirilmiş, boylar 0,1 cm hassasiyetli ölçüm cetveli ve ağırlıklar 0,01 g hassasiyetli tartı ile tartılmıştır. Balık bireylerinin cinsiyeti gonad özelliklerine bakılarak yapılmıştır. Yakalanan balıkların total boy ve ağırlıkları sırasıyla dişilerde 9,8-51,3 cm, 4,96-1030 g ve erkeklerde 8,1-51,6 cm, 2,6-1374 g olarak bulunmuştur. Berlam balığına ait total boy-ağırlık ilişkileri tüm bireylerde  $W=0,0032*L^{3.2489}$ ,  $r^2=0,9906$ , dişi bireylerde  $W=0,0032*L^{3.2503}$ ,  $r^2=0,9915$  ve erkek bireylerde  $W=0,0032*L^{3.2439}$ ,  $r^2=0,9891$  olarak bulunmuştur. *M. merluccius* türünün b değerlerine bakıldığında erkek, dişi ve tüm bireylerde pozitif allometrik büyüme gözlenmiştir (t-test:  $P>0,05$ ). Bu çalışma ile Kuzeydoğu Akdeniz'deki *M. merluccius* popülasyonuna ait veriler ilk kez bu kadar detaylı verilmiş ve bundan sonra yapılacak çalışmalar temel olması düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Berlam Balığı, *Merluccius Merluccius*,  
Boy Ağırlık İlişkisi, Kuzeydoğu Akdeniz, Gonad

**LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF EUROPEAN HAKE (*MERLUCCIUS MERLUCCIUS*) CAUGHT  
FROM NORTHEASTERN MEDITERRANEAN**

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to determine the total length-weight relationship of (*Merluccius merluccius*) caught from Northeastern Mediterranean. In recent years, length-weight relationship also become very important for osteoarchaeology science as well as fisheries studies. In this study, a total of 672 fish (316 males and 356 females) were studied. Fish samples were obtained by a commercial trawler in about 200-380 m depth from international waters. Fish samples were shocked and then transferred to Ecophysiology laboratory in Fırat University, Fisheries Faculty. Total length and weight of fish samples were determined with 0.1 cm and 0.01 g precision. Sex of fish was determined by examining of gonads. Total length and weight of fish were found as 9.8-51.3 cm and 4.96-1030 g for females and 8.1-51.6 cm and 2.6-1374 g for males. Total length-weight relationships were found as  $W=0.0032*L^{3.2489}$ ,  $r^2=0.9906$  for all individuals,  $W=0.0032*L^{3.2503}$ ,  $r^2=0.9915$  for females and  $W=0.0032*L^{3.2439}$ ,  $r^2=0.9891$  for males. According to "b" values, all individuals, males and female's population of *M. merluccius* were showed a positive allometric growth (t-test,  $P>0.05$ ). More detailed data on *M. merluccius* population in Northeastern Mediterranean were obtained first time with this study. These data will be fundamental for the future studies on this subject.

**Keywords:** European Hake, *Merluccius Merluccius*, Length Weight Relationship, Northeastern Mediterranean, Gonad



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Berlam balığı, *Merluccius merluccius* demersal balıklardan olup çamurlu zeminlerde genellikle 100-300 m den 700 m derinliklere kadar bulunabilmektedirler. Trol avcılığı ile yakalanan çok önemli ticari balıktır. Erkek bireyler 26-27cm dişi bireyler 26-40cm boylarında eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Atlanto-Mediterranean bir tür olup Norveç ve İzlanda'dan Moritanya'ya kadar dağılım gösterirler. Genç bireyler başlıca krustaselerle daha sonraları da balıklarla beslenirler [1]. Balık ve balıkçılık biyolojisi çalışmalarından birisi de balıkların boy-ağırlık ilişkisi olup boyu bilinen balığın ağırlığının ya da ağırlığı bilinen balığın boyunun tahmin edilmesi, farklı yaşama alanlarındaki aynı türe ait populasyonların morfolojik yapılarının karşılaştırılmasını sağlamaktadır [2]. Boy-ağırlık ilişkileri ile balığın tüm vücudunun orantılı ya da orantısız büyümesinin olup olmadığı ifade edilmekte orantılı ise izometrik büyüme orantısız ise negatif veya pozitif allometrik büyüme olarak kabul edilmektedir [3, 4 ve 5].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışma Kuzeydoğu Akdeniz'de yakalanan ve berlam balığı olarak bilinen, ekonomik öneme sahip *Merluccius merluccius* türünün total boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Berlam balığının son yıllarda avcılığı giderek artmakta ve bu türün balıkçılık biyolojisi açısından değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Berlam balığının Ege Denizi'nden birçok kez boy-ağırlık ilişkisi bildirilmesine rağmen Kuzeydoğu Akdeniz için aynı türe ait boy-ağırlık çalışması yok denecek kadar azdır. Son yıllarda boy-ağırlık ilişkisi değerleri balıkçılık çalışmaları dışında osteoarkeoloji biliminde de kullanılmakta ve önemini giderek arttırmaktadır.

## 3. MATERYAL VE METOD (MATERIALS AND METHODS)

Bu araştırmada *M. merluccius* örnekleri aylık olarak Mayıs 2015- Haziran 2016 tarihleri arasında 36°07'148 K-035°17'978 D, 36°13'720 K-035°22'998 D koordinatları arasına kalan hatta yaklaşık 200-380 m derinliklerde çekilen ticari trol teknesinden ekonomik tür olarak elde edilmiştir. Trol çekim zamanları sabah (06:30-09:30), öğle (10:30- 13:30) ve akşam (14:30-17:30) olmak üzere üçer kez çekim yapılmıştır. Trol ağı 44 mm göze açıklığında olup, 2.5 knots hızla çekilmiştir. Örneklem tüm avı içermektedir. Tür tayini Golani vd. [1]'ne göre yapılmıştır. Toplam 672 adet balık örneğinin total boyları (TL) cm olarak, ağırlıkları g olarak 0.1 hassasiyetle belirlenmiştir. Çalışmada boy ölçümünde 50 cm'lik cetvel ve 0.1 gr hassasiyete sahip AND GF-6100 marka dijital terazi kullanılmıştır. Boy-ağırlık ilişkisini belirlemede Ricker [4]'in önerdiği aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$W = a \times L^b$$

Bu eşitlikte;

W: Total ağırlığı (g)

L: Total boyu (cm)

a: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin (Y) eksenini kestiği noktayı ve

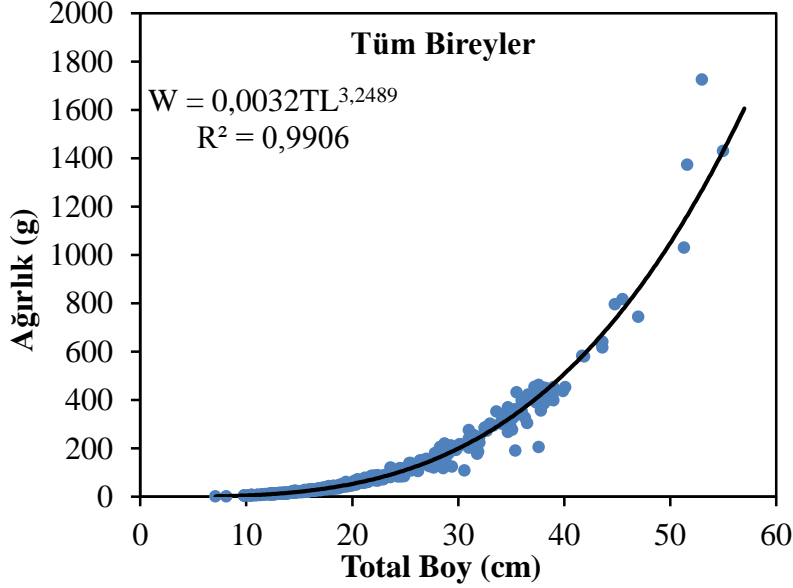
b: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin eğimini ifade etmektedir.

Boy-ağırlık ilişkisinde b değerinin 3'ten farklı olup olmadığını tespit etmek için SPSS programında t-testi uygulanmıştır. Ayrıca b değerinin standart hatası (SE<sub>b</sub>) ve güven aralığı hesaplanmıştır [6].

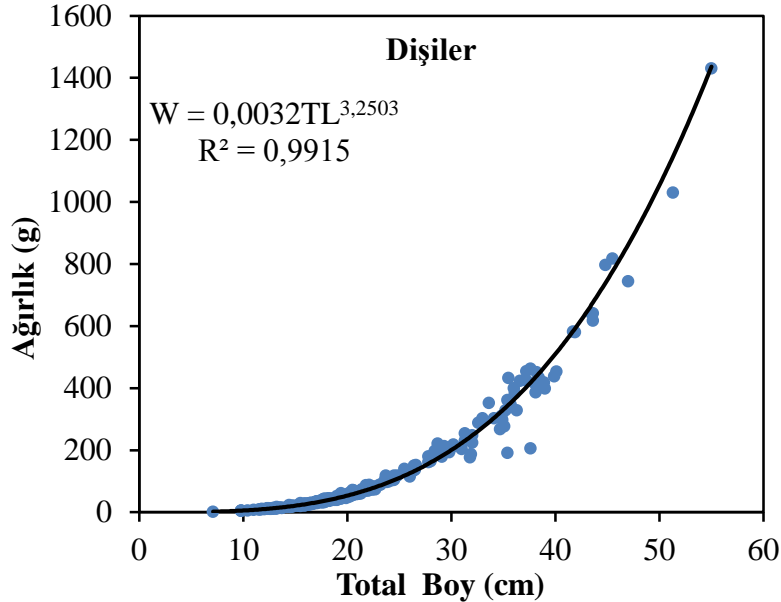


#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

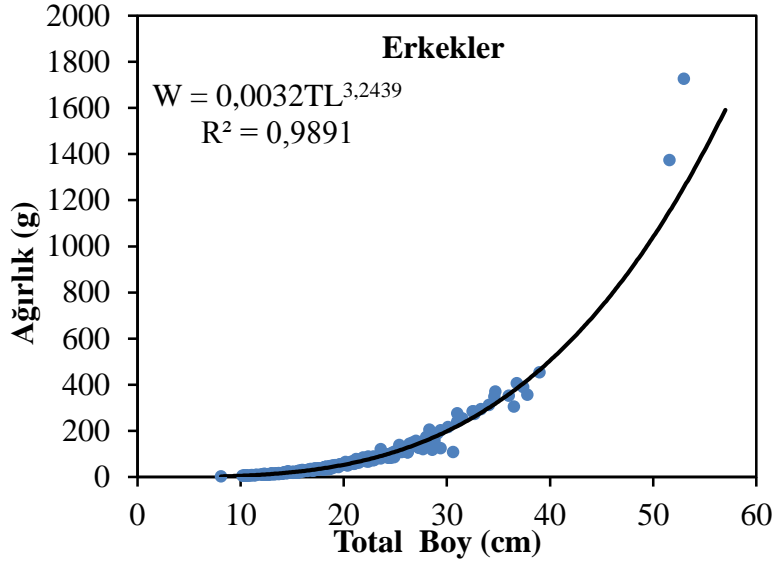
Toplam 672 adet *M. merluccius* (356 dişi-316 erkek) bireyi incelenmiştir. İncelenen örnek popülasyonun boy ve ağırlıkları sırasıyla dişilerde 9,8-51,3 cm, 4,96-1030 g ve erkeklerde 8,1-51,6 cm, 2,6-1374 g olarak ölçülmüştür. Berlam balığına ait dişi, erkek ve tüm bireylere ait grafikler şekil 1-3'de verilmiştir.



Şekil 1. *Merluccius merluccius* türüne ait tüm bireylerde boy-ağırlık ilişkisi  
(Figure 1. Length-weight relationship of *Merluccius merluccius*, all individuals)



Şekil 2. *Merluccius merluccius* türüne ait dişi bireylerde boy-ağırlık ilişkisi  
(Figure 2. Length-weight relationship of *Merluccius merluccius*, females)



Şekil 3. *Merluccius merluccius* türüne ait erkek bireylerde boy-ağırlık ilişkisi  
(Figure 3. Length-weight relationship of *Merluccius merluccius*, males)

*M. merluccius*'a ait boy-ağırlık ilişkileri tüm bireylerde  $W=0,0032*L^{3,2489}$ ,  $r^2=0,9906$  ve  $SE_b=0.055$ , dişilerde  $W=0,0032*L^{3,2503}$ ,  $r^2=0,9915$ , ve  $SE_b=0.067$  erkeklerde  $W=0,0032*L^{3,2439}$ ,  $r^2=0,9891$  ve  $SE_b=0.090$ , olarak hesaplanmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucunda berlam balığının ağırlıktaki artışın %98'inin balığın boy artışından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Ayrıca regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin *t*-testi sonuçları incelendiğinde (*t*-test=52.803,  $P<0.01$ ) boyun ağırlığı önemli bir şekilde tahmin ettiği görülmektedir.

Tablo 1. Çeşitli bölgelerde yapılmış olan *M. merluccius*'a ait total boy-ağırlık ilişkisi değerleri

(Table 1. Total length-weight relationship values for *M. merluccius* species from different locations)

Bölge	Kaynak	b	Eşey	Lmin-maks (cm)	r <sup>2</sup>	n
Kuzeydoğu Akdeniz, Türkiye	Bu çalışmada	3.25	Tüm	8.1-53.6	0.99	672
		3.25	Dişi	9.6-53.6	0.99	356
		3.24	Erkek	8.1-51.6	0.98	316
Ege Denizi, Türkiye	Özaydın ve Taşkavak, 2006	3.15	Tüm	12.3-47	0.98	501
Ege Denizi, Türkiye	Karakulak vd., 2006	3.10	Tüm	19.7-41.1	0.98	22
Saros Körfezi, Türkiye	İşmen vd., 2007	3.15	Tüm	7.9 - 66	0.98	2041
Merkezi Ege Denizi, Türkiye	İlkyaz vd., 2008	3.20	Tüm	9.0-45.5	0.98	1499
Babadıllımanı, Mersin, Türkiye	Çiçek vd., 2006	3.15	Tüm	3.1 - 29.9	0.98	567
Marmara Denizi, Türkiye	Bök vd., 2011	3.37	Tüm	8.9-44.8	0.99	319
Kuzeydoğu Akdeniz	Sangun, vd., 2007	2.35	Tüm	13.2 - 31	0.93	29
Ege Denizi, Türkiye	Ceyhan vd., 2009	2.96	Tüm	21.5-28.1	0.94	21
Marmara Denizi, Türkiye	Demirel ve Dalkara, 2012	2.89	Tüm	9.3 - 52	0.94	715
Antalya Körfezi Türkiye	Özvarol, 2014	2.899	Tüm	16.0 - 28.7	0.94	31



*M. merluccius*'a ait boy-ağırlık ilişkilerinde Tablo 1. de görüldüğü gibi tüm bireylerde bulunan *b* değerlerinin Özaydın ve Taşkavak [7], Karakulak vd., [8], İşmen vd., [9], İlkyaz vd., [10], Çiçek vd., [11] ve Bök vd., [12]'nin verilerine yakın olduğu görülmüştür. Sangün vd. [13], Ceyhan vd. [14], Demirel ve Dalkara [15] ve Özvarol [16]'un yaptıkları çalışmalarda buldukları boy değerleri bizim bulduğumuz boy değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu farklılık türün farklı av araçlarının avlanılmasından ya da örnek sayısının az olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Yapılan çalışmalarda *b* değerindeki bu farklılıklar örnekleme yıl boyunca yapılmasına veya tek bir mevsim ya da aylık yapılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca farklı yıllardaki beslenme koşullarına ve üreme döneminde olup olmadığına da bağlıdır.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Kuzeydoğu Akdeniz'de *M. Merluccius*'la ilgili yapılan detaylı boy-ağırlık ilişkisi çalışması olması nedeniyle çok önemlidir. Elde edilen *b* değerleri tüm sadece avlandığı balıkçılık sezonuna aittir. Bu çalışma; türle ilgili yapılacak diğer çalışmalara temel oluşturması düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA (REFERENCES)

1. Golani, D., Öztürk, B., and Başusta, N., (2006). *Fishes of the Eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey. Pub. Number:24, pp:259.
2. Petrakis, G. and Stergiou, K.I., (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish Res*, 21:465-469.
3. Le Cren, E.D., (1951). The Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20:201-219.
4. Ricker, W.E., (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191:1-382.
5. Erkoyuncu, İ., (1995). *Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları. No:15.
6. Zar, J.H., (1999). *Biostatistical analysis* 4th ed. Prentice Hall. New Jersey, pp:929.
7. Özaydın, O. and Taşkavak, E., (2006). Length-weight relationships for 47 fish species from İzmir Bay (Eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47:211-216
8. Karakulak, F.S, Erk, H., and Bilgin B., (2006). Length-weight relationships for 47 coastal species from the Northern Aegean Sea, Turkey. *J Appl Ichthyol*, 22:274-278.
9. İşmen, A., Özen, Ö., Altınağaç, U., Özekinci, U., and Ayaz, A. (2007). Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *J Appl Ichthyol*, 23:707-708.
10. İlkyaz A.T., Metin, G., Soykan, O., and Kinacigil, H.T., (2008). Length-weight relationship of 62 fish species from the central Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(6):699-702.
11. Çiçek, E., Avşar, D., Yeldan, H., and Özütok, M., (2006). Length-weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillimani Bight (Northeastern Mediterranean). *J Appl Ichthyol*, 22:290-292.



- 
12. Bök, D.T., Göktürk, D., Kahraman, A., Aliçlı, T., Acun, T., and Ateş, C., (2011). Length-weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara, Turkey. *J Anim Vet Adv*, 10:3037-3042.
  13. Sangün, L., Akamca, E., and Akar, M., (2007). Weight-length relationships for 39 fish species from the north-eastern Mediterranean coast of Turkey. *Turk J Fish Aquat Sci*, 7:37-40.
  14. Ceyhan, T., Akyo, l O., and Erdem, M., (2009). Length-weight relationships of fishes from Gökova Bay, Turkey (Aegean Sea). *Turk J Zool*, 33:69-72.
  15. Demirel, N. and Dalkara, M., (2012). Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36(6):785-791.
  16. Özvarol, Y., (2014). Length-weight relationships of 14 fish species from the Gulf of Antalya (northeastern Mediterranean Sea, Turkey) *Turk J Zool* (2014), 38:342-346.