

2(2):2023



**Sivas Cumhuriyet University Journal
of Science and Technology**

Published By
Sivas Cumhuriyet University
<https://www.scu.edu.tr/pub/fojst>
E-ISSN: 2980-0110

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi
Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology

Year (Yıl): 2023, Volume (Cilt):2, Number (Sayı):2

Dergi İmtiyaz Sahibi / Owner

Prof. Dr. Turhan KURŞUN

Editör / Editor in Chief

Doç. Dr. Doğan Engin ALNAK

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Prof. Dr. İbrahim CAN

Doç. Dr. Serdar MERCAN

Teknik Editor / Technical Editor

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KOCA



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi
Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology

Advisory Board (Danışma Kurulu)

Prof. Dr. Adem KURT	Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Bilge Demir	Karabük Üniversitesi
Prof. Dr. Coşkun ÖZALP	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Prof. Dr. Murat HOŞÖZ	Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Serdar OSMANYILMAZ	Namık Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Yasin VAROL	Fırat Üniversitesi



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi
Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology

Subject Editors (Alan Editörleri)

Prof.Dr. Tanju TEKER

Doç.Dr. İlker Temizer

Dr.Öğr. Üyesi Abdullah KAPICIOĞLU

Dr.Öğr. Üyesi Cem ERTEK

Dr.Öğr. Üyesi Emre ÜNSAL

Dr.Öğr. Üyesi Nazile YILANKIRKAN

Dr.Öğr. Üyesi Özlem POLAT

Dr.Öğr. Üyesi Rukiye KARAKIŞ

Dr.Öğr. Üyesi Sibel ARSLAN

Dr.Öğr. Üyesi Sinan AYDIN

Dr.Öğr. Üyesi Tahsin YÜKSEL

Dr.Öğr. Üyesi Yakup EMÜL

Journal secretariat (Dergi Sekreteryası)

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KOCA

Dr. Öğr. Üyesi Yeliz ALNAK

Arş.Gör. Fatih CİVELEK

Arş.Gör. Gökhan AZIZOĞLU

Arş.Gör. Kürşat TUNCER

Arş.Gör. Onur ÖRNEK



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi (CUJAST) hakemli bir dergidir.

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi yılda iki kez yayınlanmaktadır (Haziran ve Aralık).

Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology (CUJAST) is a peer-reviewed journal.).

Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology is published two times in a year (June and December).

Dergi İçin Yazışma Adresi / Correspondence Address

Doç. Dr. Doğan Engin ALNAK (Editor in Chief)

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

e-mail: dealnak@cumhuriyet.edu.tr

cujast@cumhuriyet.edu.tr

Web link: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cujast>



Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Sivas Cumhuriyet University Journal of Science and Technology

Year (Yıl): 2023, Volume (Cilt):2, Number (Sayı):2

CONTENTS (İçindekiler)

Sayfalar

Hüseyin PEKER, Elif Hümeýra BİLGİNER, Ümit AYATA, Osman ÇAMLİBEL Effects of Various Waste Vegetable Oils on Whiteness Index, Color Parameters and Glossiness Values in European Spruce (Picea abies (L.) Karst.) Wood Avrupa Ladini (Picea abies (L.) Karst.) Ahşabında Beyazlık İndeksi, Renk Parametreleri ve Parlaklık Değerleri Üzerine Çeşitli Bitkisel Atık Yağlarının Etkileri	50-58
Safiye Nazmiye ÖZTÜRK, Tülay ÖZTÜRK, Barış ÖZTÜRK, Ahmet Mert ÖZTÜRK, Sultan ÖZTÜRK, Elif Sıla ÖZTÜRK Protection and Importance of Digital Data Dijital Verilerin Korunması ve Önemi	59-64
Serdar MERCAN T-Channel Mold Design in Mechanical Locking MethodAcanthiophilus Mekanik Kilitleme Yönteminde T Kanallı Kalıp Tasarımı	65-72
Hüseyin PEKER, Elif Hümeýra BİLGİNER, Ümit AYATA, Osman ÇAMLİBEL A Research on the Application of Single and Double-Component Wood Bleaching Chemicals on Movingui (Distemonanthus Benthamianus Baillon) Wood Used in the Furniture Industry Mobilya Sektöründe Kullanılan Movingui (Distemonanthus Benthamianus Baillon) Odununda Tek ve Çift Bileşenli Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması Üzerine Bir Araştırma	73-79
Hacı Bekir KARA, , Esra ERDEM Determination of Liquefaction Potential Using SPT Test Data for the Kızılırmak Settlement Area in Sivas Province Sivas İli Kızılırmak Yerleşim Bölgesinin SPT Deneyi Verileri ile Sıvılaşıma Potansiyelinin Belirlenmesi	80-91



Effects of Various Waste Vegetable Oils on Whiteness Index, Color Parameters and Glossiness Values in European Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Wood

Hüseyin PEKER^{1,a}, Elif Hümeýra BİLGİNER^{2,b}, Ümit AYATA^{3,c,*}, Osman ÇAMLİBEL^{4,d}

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Artvin Çoruh University, Artvin, Turkey.

²Faculty of Fine Arts and Design, KTO Karatay University, Karatay, Konya, Turkey.

³Department of Interior Architecture and Environmental Design, Faculty of Arts and Design, Bayburt University, Bayburt, Turkey.

⁴Interior Design, Kırıkkale Vocational School, Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey.

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 26/10/2023

Accepted: 06/12/2023

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

Today, waste vegetable oils are used in heat treatment application. In this article, color parameters, glossiness values and whiteness index (WI) after the application of waste vegetable oils (corn, walnut and olive) to European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) properties were investigated and the results obtained were systematically compared. No heat treatment was applied in the study. According to the results obtained in the research, it was seen that the fat type was obtained significantly on all tests in the results of univariate analysis of variance. ΔE^* values were determined as 5.24, 5.42 and 5.39 in waste walnut, corn and olive oils, respectively. The b^* , a^* , L^* , h° and C^* values increased with the application of all waste oils. Increases and decreases in glossiness values were determined. While all waste oils caused an increase in WI^* values in the perpendicular (\perp) direction to the fibers, it caused a decrease in WI^* values in the parallel (\parallel) direction to the fibers. Color parameters, glossiness values and whiteness index values were changed with waste oils.

Keywords: Whiteness index, glossiness, colour parameters, waste oil, *Picea abies* (L.) Karst.

Avrupa Ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) Ahşabında Beyazlık İndeksi, Renk Parametreleri ve Parlaklık Değerleri Üzerine Çeşitli Bitkisel Atık Yağlarının Etkileri

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 26/10/2023

Kabul: 06/12/2023

Öz

Günümüzde bitkisel atık yağlar ısıtma işlemi uygulamasında kullanılmaktadır. Bu makalede, atık bitkisel yağlarının (mısır, ceviz ve zeytin) sürme tekniği ile Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) ahşabına uygulanması sonrasında renk parametreleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi (WI^*) özelliklerini araştırılmış olup, elde edilen sonuçlar sistematik olarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada ısıtma işlemi yapılmamıştır. Araştırma da elde edilen sonuçlara göre, varyans analizi sonuçlarında bütün testler üzerinde yağ türünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür. ΔE^* değerleri ceviz yağında, mısır yağında ve zeytinyağında sırası ile 5.24, 5.42 ve 5.39 olarak belirlenmiştir. b^* , a^* , L^* , h° ve C^* değerleri bütün atık yağların uygulanması ile artmıştır. Parlaklık değerlerinde artışlar ve azalışlar belirlenmiştir. Atık yağların hepsi liflere dik (\perp) yönde WI^* değerlerinde artışa sebep olurken, liflere paralel (\parallel) yönde WI^* değerlerinde azalışa neden olmuştur. Atık yağlar ile renk parametreleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi değerleri değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyazlık indeksi, parlaklık, renk parametreleri, atık yağ, *Picea abies* (L.) Karst.

^a peker100@artvin.edu.tr

^b <http://orcid.org/0000-0002-7771-6993>

^b elifhbilginer46@gmail.com

^d <http://orcid.org/0009-0009-5455-4408>

^c umitayata@bayburt.edu.tr

^e <http://orcid.org/0000-0002-6787-7822>

^d osmancamlibel@kku.edu.tr

^e <http://orcid.org/0000-0002-8766-1316>

How to Cite: Peker H, Bilginer, E H, Ayata, Ü, Çamlıbel O, (2023) Effects of Various Waste Vegetable Oils on Whiteness Index, Color Parameters and Glossiness Values in European Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Wood, Journal of Science and Technology, 2(2): 50-58.

Giriş

Bitkisel yağlar, biyolojik olarak parçalanabilirlik, düşük toksisite, yüksek parlama noktaları (>300°C) ve düşük yanıcılık ile karakterize edilir ve sürdürülebilir kabul edilir (Rafiq ve ark., 2015).

Atık bitkisel yağın atılması, yağ katılaştığında hızla kanalizasyon borularının tıkanmasına neden olabileceği mutfak lavabolarına yanlış bir şekilde atıldığında sorunlu olabilir. Bozulmuş kullanılmış kızartma yağının kanalizasyona karıştıktan sonraki özellikleri metal ve beton elementlerin su yollarında korozyona yol açar (Szmigielski ve ark., 2008; Refaat, 2010). Restoran, catering ve fast-food zincirlerinde oluşan Atık bitkisel yağlar, gıda atıklarının ana gruplarından biridir. Yakın zamana kadar, atık bitkisel yağların çoğu, farklı enerji tüketen süreçlerde yakıtı desteklemek için kullanılmıştır. Birçok sanayileşmiş ülkede bir toplama altyapısı yerleşiktir (Hill, 2007). Yağlar, doğal ahşabın damarlarını ve görünümünü iyileştiren nüfuz edici cilalar kategorisine girer (Bulian ve Graystone, 2009).

Literatürde atık bitkisel yağların ahşap malzeme yüzeylerinde meydana getireceği renk değişimleri üzerine çalışmaların çok az sayıda olduğu görülmüştür [örnek olarak: Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) (Peker ve Ulusoy, 2023), Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) (Ayata ve Bal, 2023), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) (Peker, 2023a), bambu (*Phyllostachys* spp.) (Peker, 2023b), yabani armut (*Pyrus communis* L.) (Çamlıbel ve Ayata, 2023a), tiama (*Entandrophragma angolense*) (Çamlıbel ve Ayata, 2023b), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Çamlıbel ve Ayata, 2023c)].

Bu çalışmada, Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) ahşabında beyazlık indeksi değerleri, renk parametreleri ve parlaklık değerleri üzerine çeşitli atık bitkisel yağlarının etkileri araştırılmıştır. Atık bitkisel yağların ahşap malzeme yüzeylerine renk değiştirici amaçlı uygulanmadığı literatürde görülmüştür. Elde edilen verilerin bu ahşap türü ile atık bitkisel yağlar arasında önemli sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu ağaç türü hakkında bazı önemli bilgiler vermek gerekirse;

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst.), Avrupa'nın ılıman ormanlarındaki en yaygın kozalaklı ağaçlardan biridir (Spiecker, 2003). Bu ağaç türü anavatanı Avrupa Alpleri, Balkan dağları ve Karpatlar'dır, devamında kuzeyde İskandinavya'ya kadar uzanır ve kuzey Rusya'da Sibirya ladiniyle (*Picea obovata*) birleşir (Mitchell, 1972). Bu ağaç türü Avrupa peyzajındaki en önemli ağaçlardan biridir. Çevresel rolü, ticari kullanımı ve son zamanlardaki hava kirliliğine ve diğer insan etkisi biçimlerine duyarlılığı, özel ilgi nedenleri arasındadır (Schmidt-Vogt, 1977). Britanya Adaları'na MS 1500 gibi erken bir tarihte tanıtılmıştır ve Kuzey Amerika'da, özellikle kuzeydoğu Amerika Birleşik Devletleri, güneydoğu Kanada, Pasifik Kıyısı eyaletleri ve Rocky Mountain eyaletlerinde yaygın olarak ekilmiştir (Mitchell, 1972; Little, 1979). Ancak ladin ağacının dayanıklı olmadığı söylenmiştir. Bu nedenle tokluk ve çürüme direnci olarak istenilen ölçüde olmadığı

bildirilmiştir. Ladin meşcereleri ayrıca erozyon kontrolü ve koruma ormanları için dikilmektedir. Önemli derecede rekreasyonel değer sağlayabilir (Praciak ve ark., 2013). Bu, tür Kuzey Amerika'da en yaygın olarak kullanılan bahçecilik ladinidir; bodur çalılar da dâhil olmak üzere birçok çeşit mevcuttur (Taylor, 1993). Kök sistemi tipik olarak sığdır, birkaç yanal kök vardır ve ana kök yoktur. Kayalık alanlarda kökler geniş bir alana yayılarak kayaların üzerinde kıvrılır. Ağaç gövdesi genellikle düz ve simetrik, çatallanma eğilimi yoktur (Kostler, 1956). Genç ağaçların tacı dar koniktir. Yaşlı ağaçların tacı geniş sütunlu hale gelir. Genç ağaçların kabuğu soluk ince parçalara sahiptir (Mitchell, 1972). Hızlı büyüyen bir ağaçtır. Odunu için serin ılıman bölgelerde yaygın olarak dikilir. Zayıf turbalı toprakları tolere eder. 4 ila 6 arasında bir pH tercih eder. Bir dereceye kadar rüzgâra maruz kalmaya karşı dayanıklıdır ve tuzlu rüzgârlara toleranslıdır (Huxley, 1992). Tohumun kurumasına izin verilmemeli ve serin yerde muhafaza edilmelidir (McMillan-Browse, 1985). Köklerde bol nemi sever, daha kuru bölgelerde yetiştiriliyorsa derin nemli bir toprak verilmelidir. Kireçli veya zayıf asitli topraklara karşı toleranssızdır. Atmosfer kirliliğine karşı toleranssızdır (Bean, 1981).

Ahşap orta sertlikte, oldukça elastik, su altında dayanıklı, ağırlık ve renk olarak hafif. Genel marangozluk, doğramacılık, müzik aletleri vb. için kullanılır. Kâğıt üretimi için kâğıt hamuru endüstrisinde kullanımında değerlidir (Chittendon, 1956; Chittendon, 1956; Uphof, 1959, Triska 1975; Bean, 1981; Freethy, 1985). Ahşabı ayrıca kaplama, doğrama kerestesi, mobilya, piyanolarda ses tahtalarına ait bölümlerinde, keman ve gitar enstrümanlarına ait gövde kısımlarında vb. çeşitli ürünler için kullanılmaktadır (Horgan ve ark., 2003; OECD, 2006; Jansson ve ark., 2013). Odunda ekstraktif madde miktarı %1.00, lignin %26.20, holoselüloz %75.70, selüloz %46.70, hemiselüloz %29.00, şok direnci 6.40 J/cm² (Gaff ve ark., 2019a), Ağırlık kaybı *Gloeophyllum trabeum* için %36.80, *Fibroporia vaillantii* için %20.10, *Trametes versicolor* için %18.00 (Angelis ve ark., 2018) olarak bulunmuştur.

Materyal ve Metot

Materyal

Ahşap Malzeme

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) ahşabı çalışmada seçilmiştir. Deney malzemesi ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 85 x 300 x 25 mm olarak alınmıştır. Deney örnekleri rastgele seçilen, düzgün liflere sahip, çatlaksız, budaksız, ardaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan özellikte olunmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra örnekler TS ISO 13061-1, (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir.

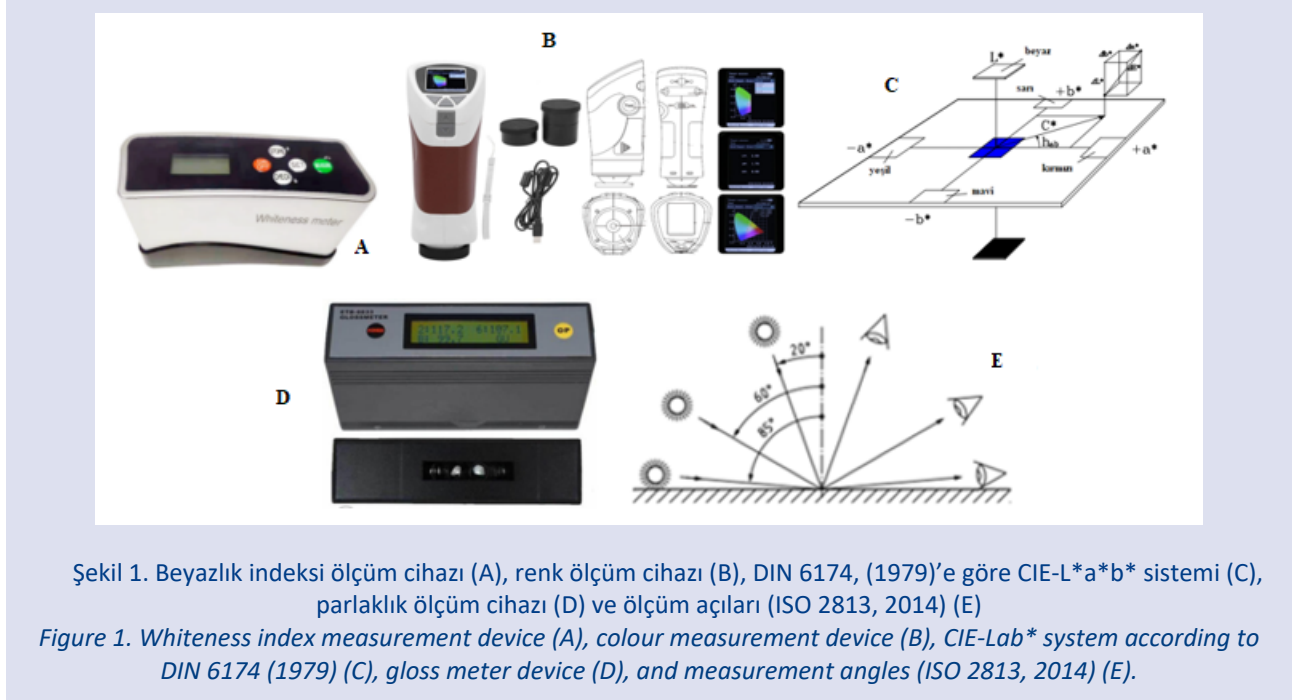
Atık Bitkisel Yağlar

Çalışmada kullanılan atık bitkisel yağlara ait bazı önemli özellikler Çizelge 1'de sunulmuştur. Bu özellikler, yağların hizmet ömürlerini tamamlamadan önceki durumlarına ait olmaktadır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan atık bitkisel yağlara ait bazı özellikler.

Table 1. Properties of waste vegetable oils used in the study

Özellik (100 g için)	Zeytinyağı	Mısır yağı	Ceviz yağı
Doymuş yağ asidi	15.15	12.00	9.10
Tekli doymamış yağ asidi	74.00	28.00	-
Çoklu doymamış yağ asidi	10.50	51.00	-



Şekil 1. Beyazlık indeksi ölçüm cihazı (A), renk ölçüm cihazı (B), DIN 6174, (1979)'e göre CIE-L*a*b* sistemi (C), parlaklık ölçüm cihazı (D) ve ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (E)

Figure 1. Whiteness index measurement device (A), colour measurement device (B), CIE-Lab* system according to DIN 6174 (1979) (C), gloss meter device (D), and measurement angles (ISO 2813, 2014) (E).

Çizelge 2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979).

Table 2. Criteria for comparison for ΔE^* evaluation (DIN 5033, 1979).

Görsel renk puanı farkı	Toplam renk farkı (ΔE^*)
Algılanamaz	<0.20
Çok zayıf	0.20 ila 0.50
Zayıf	0.50 ila 1.50
Belirgin	1.50 ila 3.00
Çok belirgin	3.00 ila 6.00
Güçlü	6.00 ila 12.00
Çok güçlü	> 12.00

Testler

Metot

Atık Bitkisel Yağlarının Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Bu çalışmada, atık ceviz yağı, mısır yağı ve zeytinyağı türlerine ait bitkisel yağlar ahşap malzeme yüzeylerine bir fırça ile tek kat olarak sürülmüştür.

Beyazlık İndeksi (WI^*) Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 1) cihazının kullanılması beyazlık indeksi (WI^*) değerleri belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).

Numunelerin renk değişimi, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağılık aydınlatma)] cihazı (Şekil 2A) kullanılarak ölçülmüştür. Aşağıdaki formüller

yardımıyla toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*) \quad (1)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}} - b^*_{\text{kontrol}}) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}} - C^*_{\text{kontrol}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}} - a^*_{\text{kontrol}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}} - L^*_{\text{kontrol}}) \quad (5)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (6)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

ΔC^* , ΔH^* , Δa^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları aşağıda verilmiştir (Lange, 1999):

ΔH^* : Ton bölümü veya gölge farkı,

ΔL^* : Pozitif örnek referanstan daha açık ve negatif örnek referanstan daha koyu,

Δa^* : Pozitif örnek referanstan daha kırmızı ve negatif örnek referanstan daha yeşil,

Δb^* : Pozitif numune referanstan daha sarı ve negatif numune referanstan daha mavi,

ΔC^* : Kroma kısmı veya doygunluk farkı, pozitif numune referanstan daha net, daha parlak, negatif örnek mat, referanstan daha bulanık.

Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık testleri ISO 2813, (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda (20° , 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3A). Ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) Şekil 3B'de sunulmuştur.

İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilmiş olan veriler bir istatistik programı ile değerlendirildikten sonra, standart sapmaları, maksimum değerleri, minimum değerleri, ortalamaları, homojenlik grupları, varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Liflere paralel (\parallel) ve dik (\perp) yönde beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine, kroma (C^*) değerine, h° değerine, sarı (b^*) renk tonuna, kırmızı (a^*) renk tonuna, ışıklılık (L^*) değerine, ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bitkisel atık yağ türü bütün testler üzerinde anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

Parlaklık değerleri, liflere paralel (\parallel) ve dik (\perp) yönde beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine, kroma (C^*) değerine, h° değerine, sarı (b^*) renk tonuna, kırmızı (a^*) renk tonuna ve ışıklılık (L^*) değerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

L^* parametresinde kontrol örneği (73.55) en düşük sonucu verirken, en yüksek zeytinyağı uygulanmış deney örneklerinde (75.68) tespit edilmiştir. Atık yağlar ile L^* parametrelerinde artışlar elde edilmiştir. Bu artışlar en yüksek zeytinyağında (%2.90), sonra mısır yağında (%2.84) ve ceviz yağında (%1.78) belirlenmiştir (Çizelge 4).

a^* parametresinde ise en düşük sonucu kontrol örnekleri (6.32) verirken, en yüksek değeri ceviz yağı uygulanmış deney örneklerinde (6.89) belirlenmiştir. Atık yağlar ile a^* parametrelerinde artışlar belirlenmiştir. Bu artışlar en yüksek ceviz (%9.02) sonra zeytinyağı (%7.75) ve mısır (%6.65) yağında elde edilmiştir (Çizelge 4).

b^* değerinde en düşük sonucu kontrol örneklerinde (22.65) tespit edilirken, en yüksek değeri ceviz yağı uygulanmış deney örneklerinde (27.70) elde edilmiştir. Atık yağlar ile b^* parametrelerinde artışlar belirlenmiştir. Bu artışlar en yüksek ceviz yağdan (%22.30) sonra mısır yağında (%22.03) ve zeytinyağında (%21.77) belirlenmiştir (Çizelge 4).

C^* parametresinde ise en düşük sonucu kontrol örnekleri (23.55) verirken, en yüksek değeri ceviz yağı uygulanmış deney örneklerinde (28.53) verdiği görülmüştür. Ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmış olan atık yağlar ile C^* parametrelerinde artışlar görülmüştür.

Bu artışlar en yüksek ceviz yağında (%21.15) sonra mısır yağında (%20.81) ve zeytinyağında (%20.64) tespit edilmiştir. Artış oranları birbirlerine çok yakın olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

h° parametresinde en düşük sonucu kontrol deney grubu örneklerinde (76.16) elde edilirken, en yüksek değeri mısır yağı uygulanmış deney örneklerinde (76.29) bulunmuştur. Atık yağlar ile h° parametrelerinde artışlar (%2.49 ila %2.71 arasında) belirlenmiştir. Bu artışlar en yüksek mısır yağında (%2.71) sonra ceviz yağında (%2.53) ve zeytinyağında (%2.49) belirlenmiştir. Artış oranları birbirlerine çok yakın olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

20° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerleri için belirlenmiş olan en düşük sonuç kontrol örneklerinde (0.78) tespit edilirken, en yüksek zeytinyağı uygulanmış deney örneklerinde (1.00) elde edilmiştir. Atık yağlar ile 20° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Bu artışlar en yüksek zeytinyağında (%28.21) sonra mısır yağında (%24.36) ve ceviz yağında (%17.95) elde edilmiştir (Çizelge 4).

60° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerlerine bakıldığında en düşük sonuç kontrol grubu örneklerinde (2.48) elde edilirken, en yüksek zeytinyağı uygulanmış deney örneklerinde (4.34) bulunmuştur. Atık yağlar ile 60° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerleri için artışlar elde edilmiştir. Bu artışlar en yüksek zeytinyağında (%75.00) sonra mısır yağında (%62.90) ve ceviz yağında (%46.77) da elde edilmiştir (Çizelge 4).

85° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerleri için en düşük sonucu kontrol örnekleri (0.14) verirken, en yüksek sonucu zeytinyağı uygulanmış deney örnekleri (1.80) vermiştir. Atık yağlar ile 85° 'de liflere dik (\perp) yönde yapılan parlaklık değerleri artmıştır. Bu artışlar en yüksek zeytinyağında (%1185.71) sonra mısır yağında (%1042.86) ve ceviz yağında (%850.00) da elde edilmiştir (Çizelge 4).

20° 'de liflere paralel (\parallel) yönde yapılan parlaklık değerleri için en düşük sonucu kontrol örnekleri (0.90) verirken, en yüksek değeri zeytinyağı uygulanmış deney örnekleri (1.08) vermiştir. Atık yağlar ile 20° 'de liflere paralel (\parallel) yönde yapılan parlaklık değerleri artmıştır. Bu artışlara bakıldığında en zeytinyağında (%20.00) sonra ceviz yağında (%17.78) ve mısır yağında (%8.89) da belirlenmiştir (Çizelge 4).

60° 'de liflere paralel (\parallel) yönde yapılan parlaklık değerlerinde en yüksek sonuç zeytinyağı uygulanmış örneklerde (4.96) tespit edilirken, en düşük değer kontrol grubuna ait deney örneklerinde (4.96) elde edilmiştir. Atık yağlar ile 60° 'de liflere paralel (\parallel) yönde yapılan parlaklık değerlerine artışlar tespit edilmiştir. Bu artışlar en yüksek zeytinyağında (%37.40) sonra ceviz yağında (%33.52) ve mısır yağında (%32.96) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Atık yağlar ile 85° 'de liflere paralel (\parallel) yönde yapılan parlaklık değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Bu test için en düşük sonucu kontrol örnekleri (00.57) verirken, en yüksek değeri mısır yağı uygulanmış deney örneklerinde (3.90) belirlenmiştir. Bu artışlar en yüksek mısır yağında (%584.21) sonra zeytinyağında (%405.26) ve ceviz yağında (%345.61) de elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları.

Table 3. The results of multivariate analysis of variance.

Varyans	Test	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Atık Bitkisel Yağ Türü	Işıklılık (L^*)	3	29.646	9.882	60.621	0.000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu	3	1.884	0.628	8.692	0.000*
	Sarı (b^*) renk tonu	3	186.472	62.157	391.575	0.000*
	Kroma (C^*)	3	180.884	60.295	329.205	0.000*
	Ton (h°) açısı	3	27.619	9.206	47.628	0.000*
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	3	0.285	0.095	36.742	0.000*
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	3	19.947	6.649	212.202	0.000*
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	3	16.593	5.531	198.122	0.000*
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	3	0.205	0.068	42.638	0.000*
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	3	11.871	3.957	269.280	0.000*
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	3	58.279	19.426	42.485	0.000*
	Beyazlık indeksi (\perp)	3	13.755	4.585	10.687	0.000*
	Beyazlık indeksi (\parallel)	3	122.385	40.795	181.557	0.000*
	Hata	Işıklılık (L^*)	36	5.868	0.163	
Kırmızı (a^*) renk tonu		36	2.601	0.072		
Sarı (b^*) renk tonu		36	5.715	0.159		
Kroma (C^*)		36	6.594	0.183		
Ton (h°) açısı		36	6.959	0.193		
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık		36	0.093	0.003		
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık		36	1.128	0.031		
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık		36	1.005	0.028		
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık		36	0.058	0.002		
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık		36	0.529	0.015		
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık		36	16.461	0.457		
Beyazlık indeksi (\perp)		36	15.445	0.429		
Beyazlık indeksi (\parallel)		36	8.089	0.225		
Toplam		Işıklılık (L^*)	40	224614.212		
	Kırmızı (a^*) renk tonu	40	1794.462			
	Sarı (b^*) renk tonu	40	28051.582			
	Kroma (C^*)	40	29851.840			
	Ton (h°) açısı	40	229348.056			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	40	34.050			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	40	546.700			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	40	76.890			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	40	40.704			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	40	839.590			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	40	319.270			
	Beyazlık indeksi (\perp)	40	50574.190			
	Beyazlık indeksi (\parallel)	40	18384.730			
	Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık (L^*)	39	35.514		
Kırmızı (a^*) renk tonu		39	4.485			
Sarı (b^*) renk tonu		39	192.187			
Kroma (C^*)		39	187.478			
Ton (h°) açısı		39	34.578			
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık		39	0.378			
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık		39	21.075			
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık		39	17.598			
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık		39	0.263			
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık		39	12.400			
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık		39	74.740			
Beyazlık indeksi (\perp)		39	29.200			
Beyazlık indeksi (\parallel)		39	130.474			

*: Anlamlı

Çizelge 4. Parlaklık değerlerine, renk parametrelerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait ölçüm sonuçları
 Table 4. The measurement results of glossiness values, colour parameters, and whiteness index values.

Test	Atık Bitkisel Yağ Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum
L^*	Kontrol	10	73.55	-	0.48	C**	0.65	72.68	74.20
	Ceviz yağı	10	74.86	↑1.78	0.26	B	0.35	74.56	75.20
	Mısır yağı	10	75.64	↑2.84	0.42	A	0.55	74.96	76.24
	Zeytinyağı	10	75.68	↑2.90	0.42	A*	0.56	75.11	76.21
a^*	Kontrol	10	6.32	-	0.28	B**	4.50	5.85	6.85
	Ceviz yağı	10	6.89	↑9.02	0.31	A*	4.53	6.57	7.70
	Mısır yağı	10	6.74	↑6.65	0.31	A	4.55	6.26	7.26
	Zeytinyağı	10	6.81	↑7.75	0.13	A	1.90	6.65	7.09
b^*	Kontrol	10	22.65	-	0.33	B**	1.44	22.15	23.20
	Ceviz yağı	10	27.70	↑22.30	0.49	A*	1.77	27.18	28.61
	Mısır yağı	10	27.64	↑22.03	0.45	A	1.62	26.99	28.38
	Zeytinyağı	10	27.58	↑21.77	0.30	A	1.08	27.10	28.02
C^*	Kontrol	10	23.55	-	0.40	B**	1.72	22.98	24.33
	Ceviz yağı	10	28.53	↑21.15	0.47	A*	1.66	28.05	29.44
	Mısır yağı	10	28.45	↑20.81	0.50	A	1.75	27.70	29.30
	Zeytinyağı	10	28.41	↑20.64	0.31	A	1.10	27.91	28.88
h^o	Kontrol	10	74.28	-	0.62	B**	73.26	75.52	0.83
	Ceviz yağı	10	76.16	↑2.53	0.39	A	75.57	76.62	0.52
	Mısır yağı	10	76.29	↑2.71	0.44	A*	75.64	76.94	0.58
	Zeytinyağı	10	76.13	↑2.49	0.20	A	75.71	76.42	0.26
WI^* (⊥)	Kontrol	10	35.02	-	0.67	B**	1.92	33.90	35.80
	Ceviz yağı	10	36.47	↑4.14	0.31	A*	0.85	35.90	36.70
	Mısır yağı	10	35.06	↑0.11	0.66	B	1.87	33.90	35.60
	Zeytinyağı	10	35.64	↑1.77	0.86	B	2.41	34.40	36.50
WI^* ()	Kontrol	10	23.72	-	0.51	A*	2.13	23.20	24.50
	Ceviz yağı	10	18.88	↓20.40	0.12	D**	0.65	18.70	19.00
	Mısır yağı	10	20.92	↓11.80	0.56	C	2.65	20.30	21.80
	Zeytinyağı	10	21.93	↓7.55	0.57	B	2.58	21.40	22.70
$\perp 20^\circ$	Kontrol	10	0.78	-	0.08	C**	10.11	0.70	0.90
	Ceviz yağı	10	0.92	↑17.95	0.04	B	4.58	0.90	1.00
	Mısır yağı	10	0.97	↑24.36	0.05	A	4.98	0.90	1.00
	Zeytinyağı	10	1.00	↑28.21	0.00	A*	0.00	1.00	1.00
$\perp 60^\circ$	Kontrol	10	2.48	-	0.29	D**	11.84	2.20	3.00
	Ceviz yağı	10	3.64	↑46.77	0.10	C	2.65	3.50	3.70
	Mısır yağı	10	4.04	↑62.90	0.15	B	3.73	3.80	4.20
	Zeytinyağı	10	4.34	↑75.00	0.08	A*	1.94	4.30	4.50
$\perp 85^\circ$	Kontrol	10	0.14	-	0.08	D**	60.23	0.10	0.30
	Ceviz yağı	10	1.33	↑850.00	0.22	C	16.26	1.10	1.60
	Mısır yağı	10	1.60	↑1042.86	0.00	B	0.00	1.60	1.60
	Zeytinyağı	10	1.80	↑1185.71	0.24	A*	13.35	1.60	2.20
$\parallel 20^\circ$	Kontrol	10	0.90	-	0.00	C**	0.00	0.90	0.90
	Ceviz yağı	10	1.06	↑17.78	0.05	A	5.04	1.00	1.11
	Mısır yağı	10	0.98	↑8.89	0.04	B	4.30	0.90	1.00
	Zeytinyağı	10	1.08	↑20.00	0.04	A*	3.90	1.00	1.10
$\parallel 60^\circ$	Kontrol	10	3.61	-	0.09	C**	2.43	3.50	3.70
	Ceviz yağı	10	4.82	↑33.52	0.08	B	1.64	4.70	4.90
	Mısır yağı	10	4.80	↑32.96	0.15	B	3.11	4.60	5.00
	Zeytinyağı	10	4.96	↑37.40	0.15	A*	3.04	4.80	5.20
$\parallel 85^\circ$	Kontrol	10	0.57	-	0.05	C**	8.47	0.50	0.60
	Ceviz yağı	10	2.54	↑345.61	0.16	B	6.21	2.40	2.80
	Mısır yağı	10	3.90	↑584.21	1.29	A*	33.10	2.40	4.90
	Zeytinyağı	10	2.88	↑405.26	0.37	B	12.76	2.40	3.20

*: En yüksek değeri göstermektedir, **: En düşük değeri göstermektedir.

Atık yağlar liflere dik yönde (\perp) WI^* değerlerini artmış ve paralel yönde (\parallel) WI^* değerlerini azaltmıştır tır. Liflere dik (\perp) yönde beyazlık indeksi (WI^*) değerleri büyükten küçüğe doğru ceviz yağında %4.14, zeytinyağında %1.77 ve mısır yağında ise %0.11 oranlarında artmıştır. Atık yağlar ile WI^* değerleri değişmiştir. Liflere paralel yönde (\parallel) WI^* değerleri ceviz yağında %20.40, mısır yağında

%11.80 ve zeytinyağında ise %7.55 oranlarında azalmıştır. En yüksek değer kontrol örneklerinde 23.72 ve en düşük ceviz yağı uygulamasına sahip örneklerde 18.88 elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 5’de literatürde atık bitkisel yağlar üzerine yapılan çalışmalarla, bu çalışmada elde edilen sonuçlarının kıyaslanması gösterilmiştir.

Çizelge 5. Atık bitkisel yağlar üzerine yapılan çalışmaların kıyaslanması

Table 5. Comparison of studies on waste vegetable oils

Ağaç Türü	Yağ Türü	Uygulama Sonrası Değişim					Kaynaklar
		L^*	a^*	b^*	C^*	h°	
Avrupa ladini (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	Ceviz yağı	↑	↑	↑	↑	↑	Bu çalışma
	Mısır yağı	↑	↑	↑	↑	↑	
	Zeytinyağı	↑	↑	↑	↑	↑	
Avrupa melezi (<i>Larix decidua</i> Mill.)	Zeytinyağı	↑	↓	↓	↓	↑	Ayata ve Bal, (2023)
	Ceviz yağı	↑	↓	↓	↓	↑	
	Mısır yağı	↑	↓	↓	↓	↑	
Bambu (<i>Phyllostachys</i> spp.)	Ayçiçeği yağı	↓	↑	↑	↑	↓	Peker, (2023b)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↑	Peker, (2023a)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↑	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↑	
Yabani armut (<i>Pyrus communis</i> L.)	Ayçiçeği yağı	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023a)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Tiama (<i>Entandrophragma angolense</i>)	Zeytinyağı	↓	↓	↓	↓	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023b)
	Ceviz yağı	↓	↓	↓	↓	↓	
	Mısır yağı	↓	↓	↓	↓	↓	
Yalancı akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Ayçiçeği yağı	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023c)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Anadolu kestanesi (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↓	Peker ve Ulusoy, (2023)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	

Materyal ve Metot bölümünde verilen renk formülleri kullanılarak hesaplanmış olan toplam renk farklılıklarına ait delta ifadeli sonuçları Çizelge 6’da gösterilmektedir.

Bu sonuçlara göre, ΔC^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^* ve ΔH^* değerleri her üç atık yağda birbirine yakın sonuçlar vermiştir (Çizelge 6).

ΔL^* değerleri büyükten küçüğe doğru zeytinyağında, mısır yağında ve ceviz yağında elde edilmiştir. ΔE^* değerleri

ceviz yağı, mısır yağı ve zeytinyağında sırası ile 5.24, 5.42 ve 5.39 olarak bulunmuştur (Çizelge 6).

Uygulama sonlarında ΔL^* (referanstan daha açık), Δa^* (referanstan daha kırmızı), Δb^* (referanstan daha sarı) ve ΔC^* (referanstan daha net, daha parlak) değerleri pozitif olarak elde edilmiştir. Ayrıca renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979) bu çalışmada elde edilen sonuçlar kıyaslandığında “Çok belirgin (3.0 ila 6.0)” kriterine ulaşıldığı görülmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Toplam renk farklılıkları için belirlenmiş olan sonuçlar.

Table 6. Results determined for total color differences.

Atık Bitkisel Yağ Türü	ΔH^*	ΔL^*	ΔC^*	Δb^*	Δa^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979)
Ceviz yağı	1.01	1.31	4.98	5.05	0.56	5.24	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Mısır yağı	1.01	2.09	4.90	4.99	0.42	5.42	
Zeytinyağı	0.96	2.13	4.85	4.93	0.48	5.39	

Sonuçlar ve Öneriler

Çok değişkenli varyans analizi sonuçlarında ise bütün testler üzerinde yağ türünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür. ΔE^* değerleri ceviz yağında, mısır yağında ve zeytinyağında sırası ile 5.24, 5.42 ve 5.39 olarak bulunmuştur. a^* , L^* , b^* , h^o ve C^* parametreleri bütün atık yağların uygulanması ile artmıştır. Atık yağların hepsi liflere dik (\perp) yönde WI^* değerlerinde artışa sebep olurken, liflere paralel (\parallel) yönde WI^* değerlerinde azalışa neden olmuştur. Parlaklık değerlerinde artışlar ve azalışlar belirlenmiştir. Atık yağlar ile renk parametreleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi değerleri değişmiştir.

Elde edilen malzemeler üzerinde doğal veya yapay yaşlandırma testlerinin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Angelis, M., Romagnoli, M., Vek, V., Poljanšek, I., Oven, P., Thaler, N., Lesar, B., Kržišnik, D., Humar, M., 2018. Chemical composition and resistance of Italian stone pine (*Pinus pinea* L.) wood against fungal decay and wetting. *Industrial Crops & Products*, 117, 187-196. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.03.016.
- ASTM D 2244-3, 2007. Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, 2015. Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2023). Atık zeytin, ceviz ve mısır yağları uygulanmış Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, European Conferences 2. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 4-6 Ağustos 2023, Belgrad, Sirbistan, 115-125.
- Bansal, R., Nair, S., Pandey, K.K., 2022. UV resistant wood coating based on zinc oxide and cerium oxide dispersed linseed oil nano-emulsion. *Materials Today Communications*, 30, 103177. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.103177.
- Bean, W., 1981. Trees and Shrubs Hardy in Great Britain. Vol 1-4 and Supplement, Murray.
- Briede, S., Platnieks, O., Barkane, A., Sivacovs, I., Leitans, A., Lungevics, J., Gaidukovs, S., 2023. Tailored biobased resins from acrylated vegetable oils for application in wood coatings. *Coatings*, 13(3), 657. DOI: 10.3390/coatings13030657.
- Bulian, F., Graystone, J.A. 2009. Wood Coatings-Theory and Practice, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Cao, S., Cheng, S., Cai, J., 2022. Research progress and prospects of wood high-temperature heat treatment technology. *BioResources*, 17(2), 3702. DOI: 10.15376/biores.17.2.Cao.
- Chittendon, F., 1956. RHS Dictionary of Plants plus Supplement. 1956 Oxford University Press.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023a). Yabani armut (*Pyrus communis* L.) ahşabında yüzey özelliklerine atık bitkisel yağlarının etkileri, Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 20-22 Ekim 2023, Manila, Filipinler, 97-106.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023b). Bazı atık bitkisel yağlar uygulanmış tiama (*Entandrophragma angolense*) ahşabında renk parametrelerinin, beyazlık indeksinin ve parlaklık değerlerinin incelenmesi, Avrasya 9. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 24-26 Kasım 2023, Tiflis, Gürcistan.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023c). Bazı bitkisel atık yağlar uygulanmış yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ahşabında renk, beyazlık indeksi ve parlaklık değerlerinin belirlenmesi, Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, yayın sürecindedir.
- DIN 5033, 1979. Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- DIN 6174, 1979. Colorimetric evaluation of colour differences of surface colours according to the CIELAB formula.
- Freethy, R. 1985. From Agar to Zenery. The Crowood Press. ISBN: 0-946284-51-2.
- Gaff, M., Kačík, F., Gašparík, M., 2019. Impact of thermal modification on the chemical changes and impact bending strength of European oak and Norway spruce wood. *Composite Structures*, 216, 80-88. DOI: 10.1016/j.compstruct.2019.02.091.
- Hill, S., 2007. Philadelphia's trap of grease, national energy policy versus urban realities. *Public Works Management & Policy*, 11(3), 194-203. DOI: 10.1177/1087724x06297320.
- Horgan, T., Keane, M., McCarthy, R., Lally, M., Thompson, D., O'Carroll, J., 2003. A guide to forest tree species selection and silviculture in Ireland. National Council for Forest Research and Development (COFORD).
- Huxley, A., 1992. The New RHS Dictionary of Gardening. 1992. MacMillan Press. ISBN: 0-333-47494-5.
- ISO 2813, 1994. Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813, 2014. Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jansson, G., Danusevičius, D., Grotthusman, H., Kowalczyk, J., Krajmerova, D., Skråppa, T., Wolf, H., 2013. Norway Spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives*, 123-176.
- Kostler, J., 1956. Silviculture. Edinburgh: Oliver and Boyd. 416 p.
- Lange, D.R., 1999. Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Little, E.L., 1979. Checklist of United States trees (native and naturalized) (No. 541). DC: Forest Service, US Department of Agriculture.
- Mahlting, B., Swaboda, C., Roessler, A., Böttcher, H., 2008. Functionalising wood by nanosol application. *Journal of Materials Chemistry*, 18(27), 3180-3192. DOI: 10.1039/b718903f.
- McMillan-Browse, P., 1985. Hardy Woody Plants from Seed. Grower Books. ISBN: 0-901361-21-6.
- Mitchell, A.F., 1972. Conifers in the British Isles: A descriptive handbook. Forestry Commission Booklet No. 33. London: Her Majesty's Stationery Office. 322 p.
- OECD, 2006. Safety Assessment of Transgenic Organisms (OECD Publishing, 2006), vol. 2 of OECD Consensus Documents
- Pandey, K.K., 2005. Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polymer Degradation and Stability*, 90(1), 9-20. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2005.02.009.
- Pánek, M., Reinprecht, L., 2016. Effect of vegetable oils on the colour stability of four tropical woods during natural and artificial weathering. *Journal of Wood Science*, 62(1): 74-84. DOI: 10.1007/s10086-015-1519-2.
- Peker, H., (2023a). Sariçam (*Pinus sylvestris* L.) ahşabına uygulanmış bazı atık yağlar üzerinde parlaklık, beyazlık indeksi değerlerinin ve renk parametrelerinin incelenmesi, ICAFPV 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan.

- Peker, H., (2023b). Bambu malzemesinde renk değiştirici bir uygulama olarak hizmet ömrünü tamamlamış atık bitkisel yağlarının kullanımı, ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan.
- Peker, H., ve Ulusoy, H., (2023). Anadolu keşanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine atık bitkisel yağlarının etkileri, 8. Asya Pasifik Uluslararası Modern Bilimler Kongresi, 11-12 Eylül 2023, Delhi, India, 463.
- Praciak, A., Pasiecznik, N., Sheil, D., van Heist, M., Sassen, M., Correia, C. S., Dixon, C., Fyson, G., Rushforth, K., Teeling, C., 2013. The CABI encyclopedia of forest trees (CABI, Oxfordshire, UK).
- Rafiq, M., Lv, Y.Z., Zhou, Y., Ma, K.B., Wang, W., Li, C.R., Wang, Q., 2015. Use of vegetable oils as transformer oils-a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 308-324. DOI: 10.1016/j.rser.2015.07.032.
- Refaat, A.A., 2010. Different techniques for the production of biodiesel from waste vegetable oil. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7(1), 183-213.
- Reinprecht, L., 2016. Wood Deterioration, Protection, and Maintenance; John Wileys & Sons: Chichester, UK. ISBN: 9781119106531.
- Schmidt-Vogt, H., 1977. Die Fichte-Ein Handbuch in zwei Bnden. Band I: Taxonomie-Verbreitung-Morphologie-Waldgesellschaften. Paul Parey, Hamburg & Berlin.
- Shevell, S.K., 2003. Color appearance, The science of color, 149-190.
- Spiecker, H., 2003. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-temperate zone. *Journal of Environmental Management*, 67(1), 55-65. DOI: 10.1016/S0301-4797(02)00188-3.
- Szmigielski, M., Maniak, B., Piekarski, W., 2008. Evaluation of chosen quality parameters of used frying rape oil as fuel biocomponent. *International Agrophysics*, 22(4), 361-364.
- Taylor, R.J., 1993. Sections on Picea and Tsuga. Flora of North America Editorial Committee (eds.): Flora of North America North of Mexico, Vol. 2. Oxford University Press.
- Triska, Dr., 1975. Hamlyn Encyclopaedia of Plants. Hamlyn. ISBN: 0-600-33545-3.
- TS ISO 13061-1, 2021. Odunun fiziksel ve mekanik zellikleri - Kusursuz kk aēřap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Uphof, J. C. Th., 1959. Dictionary of Economic Plants. Weinheim.
- Vidholdov, Z., Slabejov, G., řmidriakov, M., 2012. Quality of oil- and wax-based surface finishes on thermally modified oak wood. *Coatings*, 11(2), 143. DOI: 10.3390/coatings11020143.



Protection and Importance of Digital Data

Safiye Nazmiye Öztürk^{1,2,a*}, Tülay Öztürk^{3,b*}, Barış Öztürk^{4,c*}, Ahmet Mert Öztürk^{5,d*}, Sultan Öztürk^{4,e}, Elif Sıla Öztürk^{6,f}

¹ Department of Cyber Security, University of Istanbul Ticaret University, Istanbul, Turkey

² Department of Mechatronics Engineering, Technology Faculty, University of Marmara, Istanbul, Turkey

³ Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey

⁴ BEOTEK Electricity and Automation Project Consultancy Industry Trade, Istanbul, Turkey R&D Engineering

⁵ Department of Information Technologies, Tüpraş Istanbul, Turkey

⁶ Department of Chemistry, University of Kocaeli, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 07/08/2023

Accepted: 12/12/2023

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

Today can be called the age of data. From this point of view, everything has changed from the past to the present, involving living conditions and styles, individual habits, ways of thinking to forms of communication. In the past, a change in a country was confined to that country, whereas now, even if it does not leave the borders of the country, instant access to everything affects all countries of the world. Both for the individual, but especially in both academia and business, data has been an important concept. Today, the concepts of data security, organization, management, storage and data ethics have begun to appear in every situation. While these concepts bring convenience in business, they also involve risks. Deficiencies in stages such as the storage, security, collection, privacy, purposes, methods and process of use of information can lead to leaks over the internet, and so-called malicious people or criminal organizations can easily access the centers where the data is kept. All over the world and in our country, especially the economic concerns that started with the Covid 19 pandemic process, the effects of which are still continuing, and the troubles brought by life have led people to make easy profits by entering their information on various social media tools, platforms and sites over the internet. For this reason, the protection, incolumity and hiddenness of the datum entered on the internet, alongside of issues such as data ethics, have become increasingly important in this century, which we recognize as the data age, and have led countries to research and prepare data constitutions in the national and international arena. This article focuses on data security, protection, privacy and data ethics.

Keywords: Data Security, Privacy, Data Integrity, Data Ethics, Covid 19

Dijital Verilerin Korunması ve Önemi

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 07/08/2023

Kabul: 12/12/2023

ÖZ

Günümüz veri çağı olarak adlandırılabilir. Buradan yola çıktığımızda geçmişten günümüze değişen yaşam koşulları ve tarzları, bireysel alışkanlıklar, düşünme biçimlerinden iletişim şekillerine kadar her şey değişim geçirdi. Geçmiş yıllarda bir ülkede olan değişiklik sadece o ülkede kalırken artık ülke sınırları dışına çıkmasa bile anında her şeye erişim olması tüm dünya ülkelerini etkiler hale gelmiştir. Bireysel, özellikle akademi ve iş sektöründe veri önemli bir kavram olmuştur. Günümüzde veri güvenliği, organizasyonu, yönetimi, saklanması ve veri etiği kavramları her durumda karşımıza çıkmaya başlamıştır. Bu kavramlar iş alanında kolaylıklar getirmesinin yanında riskleri de içinde barındırır. Bilgilerin saklanması, güvenliği, toplanması, mahremiyeti, kullanılacağı amaçlar, yöntemler ve kullanım süreci gibi aşamalarda eksiklik olması internet üzerinden sızıntılara yol açabildiği gibi art niyetli olarak tabir edilen kişiler ya da suç örgütleri kolayca verilerin tutulduğu merkezlere ulaşabilir. Tüm dünyada ve ülkemizde, özellikle Covid 19 pandemi süreci ile başlayan ve etkileri hala devam eden ekonomik kaygılar ve hayatın getirdiği sıkıntılar insanları internet üzerinden çeşitli sosyal medya araçlarına, platformlara, sitelere bilgilerini girmeleri ile kolay kazanç elde etmeye yöneltmiştir. Bu nedenle internet ortamında girilen verilerin, korunması, güvenliği, mahremiyeti yanında veri etiği gibi konuların veri çağı olarak kabul ettiğimiz bu yüzyılda önemi giderek artmış, ülkeleri ulusal ve uluslararası arenada veri anayasası araştırmaya ve hazırlamaya yöneltmiştir. Bu makalede, veri güvenliği, korunması, gizliliği ve veri etiği üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri Güvenliği, Gizliliği, Veri Bütünlüğü, Veri Etiği, Covid 19

^a nnazmiye82@gmail.com
^c barisozturk889@gmail.com
^e osultan778@gmail.com

^b [0000-0002-3527-3258](https://orcid.org/0000-0002-3527-3258)
^d [0009-0007-8701-4147](https://orcid.org/0009-0007-8701-4147)
^f [0009-0007-7033-4187](https://orcid.org/0009-0007-7033-4187)

^b ttulay506@gmail.com
^d ahmetozturk5275@gmail.com
^f aelif4274@gmail.com

^b [0000-0001-8393-2580](https://orcid.org/0000-0001-8393-2580)
^d [0009-0008-4641-4440](https://orcid.org/0009-0008-4641-4440)
^f [0009-0001-1901-0749](https://orcid.org/0009-0001-1901-0749)

Introduction

With advancing technologies, from private companies to organizations in public institutions, the introduction of the internet into our lives and the variety and complexity of devices used in this field, the management, protection and organization of data are constantly on the agenda. As in America, European countries and Central Asian countries, it has become increasingly prominent in our country in every field from health to defense systems and communication tools.

With the Covid 19 pandemic process, changes in world balances, especially compared to the past, face-to-face meetings have been replaced by meetings, agreements and analyzes using the internet today, on the other hand, polarization between countries, even if they have friendly or competitive attitudes with each other, since they need to maintain communication with each other, the protection of data and information security has become even more important.

The management of data in the business organization, the prolongation of data, and the security of data continue to be issues of apprehension and need for improvement today. Further, when data security is considered, it is necessary to be able to predict, calculate, analyze, and as a result, ensure and continue data security.

Considering the threats that may come over the Internet, cyber-attacks, whether individual or corporate data is in danger, security problems, data losses, misuse of data, manipulation of data by individuals or different circles, there may be major and unavoidable losses in issues such as data storage, protection and prevention of data losses.

The most well-known example today is the security problem that can arise through systems and browsers, where attackers gain access to the features of the devices used, which allows malicious actors to monitor the device's movements and use the system to their advantage. It can range from business interference at the individual or organizational level, to access to personal information or business data, or private information between countries. It is conceivable that such attacks can be carried out in a planned or deliberate manner [7]. It leads to the use of data obtained over the Internet by malicious individuals or organizations for different purposes or illegal activities [21] such as forgery, fraud, blackmail.

Observing the changes and progress in data from the past to the present and analyzing the differences is the basis of business intelligence. With the concept of the Internet of Things, which has started to find a place in the industry and many fields, significant progress can be made in business organizations and business development activities by predicting future data based on today's data [7].

Although data security is a problem that has occupied the agenda especially in the last few years, it dates back to the 70s when computers entered our lives, briefly considering

the developed countries. When this concept first emerged, the focus was on access control techniques. This technique is mostly considered for data held in database systems in corporate domains. According to this approach, early statistical questions and searches were created by assuming that they would be stored using an access-controlled database system through an interface [4,7]. However, any application we want to use today requires micro data access, i.e. reduced to the record level.

Five steps are defined for the formation of data. These are data processing, data storage, data content and format, data sources [13]. With the development of technology, it is likely that different or sub-steps will be added. Data retention, storage, accessibility, integrity and data ethics will become even more challenging issues with the development of technology, because nowadays, data science-related concepts appear in almost every transaction we do and have started to affect all aspects both individually and organizationally as a company. In addition to the need to create careful algorithms and plans both hardware and software, cyber security concepts that will affect our lives the most today with concepts such as consent texts, laws, intended use, reliability, data privacy, confidentiality, integrity, access, ethics for the processing of personal data have started to settle.

This article focuses on data security, confidentiality, data ethics and integrity, which have become increasingly important with the developing technology and individual needs in our country and all over the world, and which remain on the agenda due to news, different communication tools and applications designed to make life easier in various media.

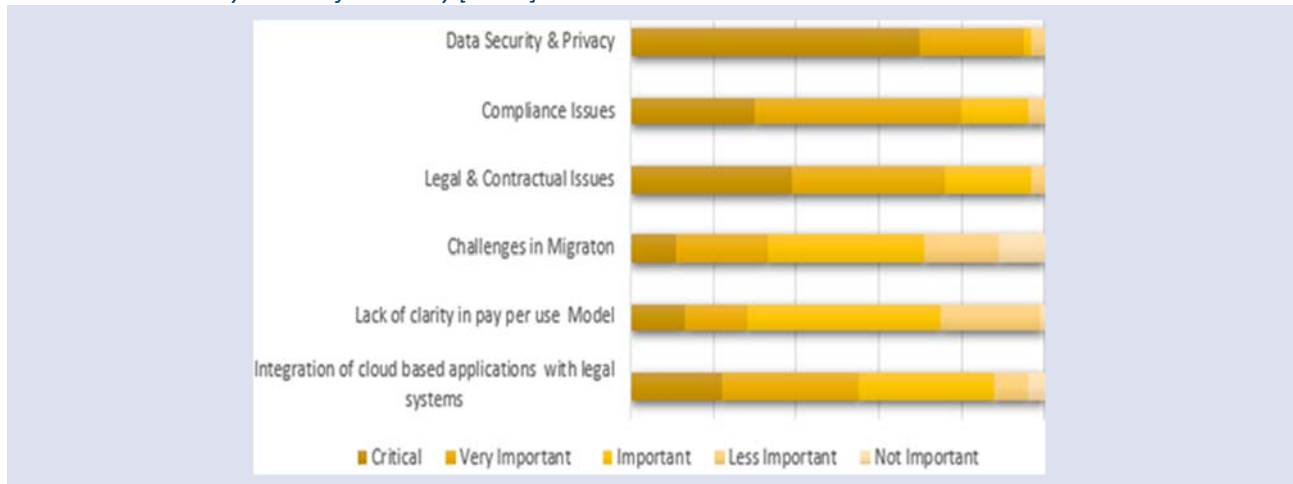
Data Security

When it comes to data incolumity, accessibility of data, incolumity of data and integrity of data are the most important issues. Data movement includes various stages: create, store, use, share, archive and destroy [1-4,8]. Once the data has passed the creation stage, it can move between the other stages. What is important here is that the data can be securely protected in all the steps that it passes through. When the threats of ransomware attacks or malware threats are considered when any technological development is to be deployed, the storage and security of data and access to it are among the important problems. In the digital age, where the borders between countries have been removed with the Covid 19 process and access to everything has become easier, data security is not only for individuals, but also for state institutions, private or critical data of many small or large-scale companies in the business world can be captured and controlled by malicious software that has been developed or continues to be developed, moreover, the data of corporate or private companies and the state can be kept under control, audited, reported and, as the simplest

example, it can be used in war technologies that change on a state basis in areas that affect society such as multimedia tools or the health sector. Security and confidentiality in data-related transactions and transmissions are very important because they are under threat of attack. Table 1 shows that data incolumity and secretness are the most substantial and critical matters today.

important because they are under threat of attack. Table 1 shows that data incolumity and secretness are the most substantial and critical matters today.

Table 1. Data Security and Confidentiality [13-16]



Data Security Challenges

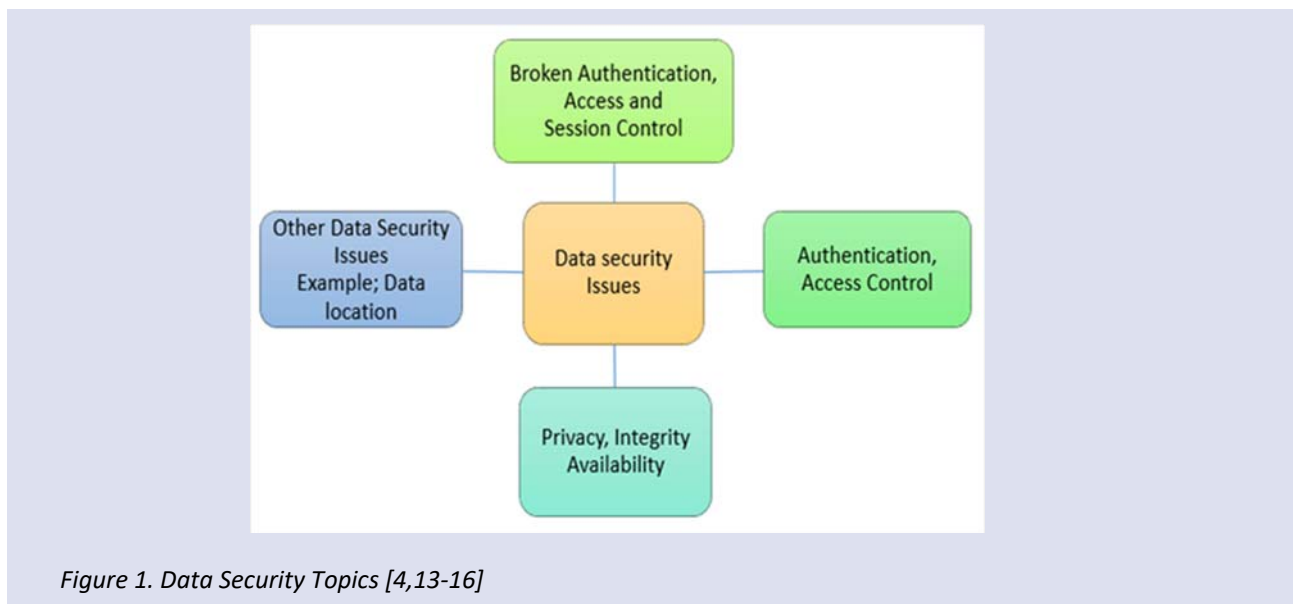


Figure 1. Data Security Topics [4,13-16]

CIA: Confidentiality, Integrity, Availability
 The figure 1 reflects the stages of data security

Confidentiality

Unauthorized persons do not have access to the data, i.e. data confidentiality is essential [9,16]. If data is stored on servers, illegal operations such as copying, deleting or duplication may occur. In this case, users run the risk of losing control of sensitive data on servers. Threats should be identified by creating a privacy plan and user-specific encryption methods should be determined [7,13,14,22]. The encryption techniques used today are attribute-based encryption, password with identifying feature, proxy refresh password, homomorphic encryption [1-3,11].

Integrity

Integrity in data indicates the accuracy of the data. Unauthorized access is prevented. Data integrity is also important when moving between steps for data [9,16]. Since data is outsourced, it is difficult to maintain data integrity during operations. Data integrity refers to the process in which the accessibility and integrity of the entered data is managed by the user, which prevents unauthorized persons or systems from making changes to the data. Such as stowed episcopy, dynamical episcopy, preserving and low confusion [10,17-20].

Accessibility

Data can be accessed without delay or denial [9-16]. It is the ability of authorized persons to allow access at any time and place through servers or other service systems according to users' requests. Where user data is stored, the data can be processed in encrypted text form for different needs [10,17-20].

In the digital age, where almost all work is carried out over the internet by entering the necessary data with the Covid 19 pandemic process, only authorized persons can access the information for data integrity in this period when the data is digital, and digital information can be prevented from being compromised [8,19,22].

Authentication and Access Control

AAC is the process of authentication after identity has been verified. In corporate or private sector workplaces, credential data is stored on servers. For example, malicious software or individuals can break authentications created with passwords and crash servers. For this reason, authentication is required for users and machines to be connected. Here, systems perform backup, remote monitoring, application, correction and update operations [1-4-14-18].

Different Data Security Issues

Failures in authentication and managing sessions are caused by failures in the application domain. Malicious users focus on selected accounts. Thus, malicious users develop various methods by taking advantage of system weaknesses or system vulnerabilities; such as viruses and ransomware... In corporate or non-corporate companies, system infiltration becomes very easy if authorized persons do not put the necessary restrictions and do not provide access control. Since there is access over the Internet, privileged users should be identified [4,7,13,22]. In order not to allow unauthorized users from inside or outside or to block data from them, encryption should be applied and this encryption process should be complex. This can make it difficult to process and use the data in the system [7-9,11,12,16]. Another important point is whether the data is backed up securely and accurately on the drives used as storage.

Broken Authentication, Session and Access Control, Security Issues

The fact that companies transmit data in session and account management through the public environment-collective platform allows attackers to achieve their goals because it is difficult to protect user and session credentials [14,18,22]. This includes password-related operations, such as saving, changing and recovering passwords, or accessing session and account information, files, databases, etc. Deficits and mistakes in account management and ambiguities in user credentials are among the factors that make it easier for attackers to access the system [1,9,14,15]. For this reason, attackers can make changes to access permissions in security barriers by selecting vulnerable accounts, accessing the

accounts of companies or individuals, and accessing important files.

Why Access Control is Important

User access cannot be immediately defined by service provider systems. For this reason, users should be assigned according to the descriptions in access control policies. Qualified policies and credentials are important in access control. What is important here is the dynamic structure, obligations, conditions, the way resources are used and the decision mechanisms between them.

Data Protection

The most fundamental problem is identity protection and confidentiality. From the past to the present, the flow of information, policies, information and integration systems must be well chosen and established. Data must be protected from internal and external threats due to unauthenticated or unauthorized access that may result from the malfunctioning of system resources. Special tools such as privileged software, hardware and ways to be used here should be determined by examining security policies [1,19,20]. Data protection should be ensured by ensuring that only certain and registered persons can access the data, preventing the data from being exposed to any threat [9,12]. Many companies tend to collect their data internally or in an external center. Nowadays, as the information requested from customers changes both in terms of privacy and quality, and with the increasing number of customers, companies are also sharing and moving their existing infrastructure systems. Direct access to both private and company information of customers by unauthorized outsiders or direct cyber-attack threats to infrastructures and systems may be possible if they are among the preferred accounts. Companies' privacy protection methods and mechanisms should be compatible with all security solutions [17-20].

Data Privacy

From both an individual and corporate perspective, privacy or confidentiality is a concept that is constantly emphasized in all professions and private life, because it is very important that information belonging to companies or individuals remains confidential. Information about the present or future plans for companies is more critical than information about the past. On the other hand, people you know may want to access your information on various platforms. Companies should be able to manage the privacy of personal identifiers very well and manage them in compliance with appropriate standards, policies, laws, systems and various mechanisms and develop practices [1,16-19]. Attackers should be prevented from accessing important data by monitoring users' movements in the system. The private data of individuals should be prevented from leaking out and keyword search or access

control should be provided; users should use multiple filing methods to protect their data and create indexes by specifying keywords for these files. They should also encrypt both indexes and files to ensure the confidentiality of the indexes and the files containing the data. The keywords created by the users are passed through the security steps determined by the server systems to check whether they match the passwords of the files or directories. If the files match on the server side according to the incoming information, the files are sorted on the user side. The user accesses his/her files with the keyword he/she sets.

Identity Privacy

With companies all over the world conducting their transactions through various platforms, the confidentiality of information about the company and its employees over the internet, or individually, the confidentiality of information entered through media tools is of great importance today. In some shopping centers, if you plan to buy products for the first time, many personal information is requested for cash or credit card payments, including identity information. For this reason, one of the most important issues that can be encountered today about data protection and data security is that when you enter any system, download an application or, for the simplest example, when you say "can you tell me a code sent to your phone while shopping", the third party or persons are given permission to access the data directly, because the Clarification or Consent texts are accepted, individuals unknowingly approve the processing of their data and access to their data. Since the system or devices where the information is entered constitute the source, it is necessary to create the necessary security solutions against situations such as forgery of credentials or theft of personal information.

Conclusion

When today is called the data age, it can be said that the users-beneficiaries of Internet technologies are humans in the first place and artificial intelligence and machines in the second place. During the transfer of data from one server to another, access control may not be ensured and unwanted situations may occur. As internet service provider systems become more complex or the entire business sector manages its business over the internet, more and more people use the internet for various reasons, and the whole world is connected to each other over the internet, the security, provision, retention, organization, analysis or prediction of data and data ethics will become more difficult, and protecting the privacy of individuals will continue to become more and more difficult. Data on the hardware devices used can be altered, deleted, accessed by malware or individuals and manipulated to their own benefit. All these reasons necessitate the creation of an Internet Constitution. In this article, the security, integrity, confidentiality and access of data and data ethics, which are among the issues that are frequently emphasized today, are discussed.

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the study.

Statement of Conflicts of Interest

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

The author declares that this study complies with Research and Publication Ethics.

References

- Abeler, J., Bäcker, M., Buermeyer, U., & Zillessen, H. (2020). COVID-19 Contact Tracing and Data Protection Can Go Together. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(4), e19359. <https://doi.org/10.2196/19359R>. Nikam & R. Shahapurkar, Data Privacy Preservation and Security Approaches for Sensitive Data in Big Data. 10.3233/APC210221 (2021).
- Nikam, Rohit & Shahapurkar, Rekha. (2021). Data Privacy Preservation and Security Approaches for Sensitive Data in Big Data. 10.3233/APC210221.
- Alabaichi, Ashwaq. (2020). A Review on Security Challenges and Approaches in the Cloud Computing.
- Bertino, Elisa & Ferrari, Elena. (2018). Big Data Security and Privacy. 10.1007/978-3-319-61893-7_25.
- Bertino, E. (2016). Data Security and Privacy: Concepts, Approaches, and Research Directions. 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 1, 400-407.
- DJ. Hand, Aspects of Data Ethics in a Changing World: Where Are We Now? *Big Data*. 2018 Sep 1;6(3):176-190. doi: 10.1089/big.2018.0083. Epub 2018 Sep 17. PMID: 30283727; PMCID: PMC6154451.
- Herschel, Richard & Miori, Virginia. (2017). Ethics & Big Data. *Technology in Society*. 49. 10.1016/j.techsoc.2017.03.003. M. K. Kagita, Security and Privacy Issues for Business Intelligence in IoT. 10.1007/978-3-030-12385-7_70 (2020).
- Kagita, Mohan Krishna. (2020). Security and Privacy Issues for Business Intelligence in IoT. 10.1007/978-3-030-12385-7_70.
- Kumar, Ravi & Raj, Herbert & Perianayagam, Jelciana. (2018). Exploring Data Security Issues and Solutions in Cloud Computing. *Procedia Computer Science*. 125. 691-697. 10.1016/j.procs.2017.12.089.
- Khansa, Lara & Zobel, Christopher. (2014). Assessing Innovations in Cloud Security. *Journal of Computer Information Systems*. 54. 45-56. 10.1080/08874417.2014.11645703. R. Kumar & H. Raj & J. Perianayagam, Exploring Data Security Issues and Solutions in Cloud Computing. *Procedia Computer Science*. 125. 691-697. 10.1016/j.procs.2017.12.089 (2018).
- Mehmood, A., Natgunanathan, I., Xiang, Y., Hua, G., & Guo, S. (2016). Protection of Big Data Privacy. *IEEE Access*, 4, 1821-1834.

- Pronika, & Tyagi, Shyam. (2021). Secure Data Storage in Cloud using Encryption Algorithm. 136-141. 10.1109/ICICV50876.2021.9388388.
- Rao, R. & Selvamani, K.. (2015). Data Security Challenges and Its Solutions in Cloud Computing. *Procedia Computer Science*. 48. 204-209. 10.1016/j.procs.2015.04.171.
- Riaz, Shafia & Khan, Ali & Haroon, Muhammad & Latif, Sadia & Bhatti, Sana. (2020). Big Data Security and Privacy: Current Challenges and Future Research perspective in Cloud Environment.
- Romansky, Radi & Noninska, Irina. (2020). Challenges of the digital age for privacy and personal data protection. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 17. 5288-5303. 10.3934/mbe.2020286.
- Coss, David. (2014). The CIA strikes back: Redefining confidentiality, integrity and availability in security. *Journal of Information System Security*. 10.
- Shropshire, J.. (2014). Extending the cloud with fog: Security challenges & opportunities. 20th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2014.
- Su, Chunli. (2019). Big Data Security and Privacy Protection. 87-89. 10.1109/ICVRIS.2019.00030.
- S. Tabassam, Security and Privacy Issues in Cloud Computing Environment. *Journal of Information Technology & Software Engineering*. 07. 10.4172/2165-7866.1000216 (2017).
- Tabassam, Shazia. (2017). Security and Privacy Issues in Cloud Computing Environment. *Journal of Information Technology & Software Engineering*. 07. 10.4172/2165-7866.1000216.
- Takabi, Daniel & Joshi, James & Ahn, Gail-Joon. (2011). Security and Privacy Challenges in Cloud Computing Environments. *Security & Privacy, IEEE*. 8. 24 - 31. 10.1109/MSP.2010.186.
- Yallop, Anca & Aliasghar, Omid. (2020). No Business as Usual: A Case for Data Ethics and Data Governance in the Age of Coronavirus. *Online Information Review*. ahead-of-print. 10.1108/OIR-06-2020-0257.
- D. Zhang, Dongpo. (2018). Big Data Security and Privacy Protection. 10.2991/icmcs-18.2018.56.



T-Channel Mold Design in Mechanical Locking Method

Serdar Mercan^{1,a,*}

¹ Mechatronic Eng. Department, Sivas Cumhuriyet University Faculty of Technology, Sivas, Turkey

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 27/05/2023

Accepted: 24/08/2023

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

Metals are joined by using different joining methods to combine the superior properties of each metal type or due to structural requirements. Among these methods, the Mechanical Locking Method (MLM) is an alternative, environmental-friendly and new method. In this method, one of the materials joined in the method is called as the mold part and the other is called as the reshaped part. A conical or T channel is opened into the mold part from these materials, which are shaped according to the desired physical form before joint. In the face of the external forces to be applied, the connection shaped according to this channel is expected to have mechanical properties to bear the damage. Within the scope of the present study, the stress distributions occurring in the design of T channel in the joining of different material types using the mechanical locking method were numerically investigated. Six different models were created in ANSYS computer aided analysis program and the investigations were completed. It was found that while the highest stress value occurred in design no. S1, the lowest stress value in design no. S5.

Keywords: Mechanical locking method (MLM), Computer aided analysis, ANSYS, T channel, Damage

Mekanik Kilitleme Yönteminde T Kanallı Kalıp Tasarımı

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 27/05/2023

Kabul: 24/08/2023

ÖZ

Metaller, her bir metal türünün üstün özelliklerini bir araya getirebilmek amacıyla veya ortaya çıkan yapısal zorunluluklar nedeni ile farklı birleştirme yöntemleri kullanılarak birleştirilirler. Bu yöntemler arasında yer alan Mekanik Kilitleme Yöntemi (MLM) alternatif çevreci ve yeni bir yöntemdir. Yöntemde birleştirilen malzemelerden biri kalıp parçası diğeri yeniden şekillendirilen parça olarak isimlendirilirler. Bağlantı öncesi istenilen fiziksel forma göre şekillendirilen bu malzemelerden kalıp parçası içine konik veya T kanal açılır. Uygulanacak dış kuvvetler karşısında bu kanala göre şekillendirilen bağlantının hasarı taşıyacak mekanik özelliklerde olması beklenir. Bu çalışma kapsamında, mekanik kilitleme yöntemi kullanılarak, farklı malzeme türlerinin birleştirilmesinde T kanal tasarımında oluşan gerilme dağılımları numerik olarak incelenmiştir. ANSYS bilgisayar destekli analiz programında altı farklı model oluşturularak incelemeler tamamlanmıştır. En yüksek gerilme değerinin S1 nolu tasarımda en düşük gerilme değerinin S5 nolu tasarımda meydana geldiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik kilitleme yöntemi (MLM), Bilgisayar destekli analiz, ANSYS, T kanal, Hasar

^a smsmercan@gmail.com

^{id} 0000-0002-1225-8290

How to Cite: Mercan S. (2023) T-Channel Mold Design in Mechanical Locking Method, Journal of Science and Technology, 2(2): 65-72.

Giriş

Bir sistemin tasarımı sisteminin oluşturulan malzeme türlerinin doğru seçilmesi sistemin ömrü açısından oldukça kritiktir. Malzeme türleri içinde metaller önemli yere ve buna bağlı olarak yaygın kullanım alanına sahiptir. Çünkü farklı ısı ve elektriksel özelliklerde, kolay şekillendirilebilen ve yüksek darbe dayanımına sahip malzeme türleridir. Metallerin çelik, alüminyum, çinko, bakır, titanyum ve alaşımları şeklinde birçok sınıflandırması yapılabilir. Söz konusu metaller bazı durumlarda yapısal zorunluluklar bazı durumlarda ise her bir metal türünün veya alaşımının üstün özelliklerini bir araya getirebilmek amacıyla birleştirilerek kullanılırlar. Aynı tür metallerin birleştirilmesi kimyasal ve fiziksel özellikleri farklı metallerin birleştirilmesine göre daha kolaydır ve sonuçlar ana metalin mekanik özelliklerine yakındır. Ancak aynı metalin farklı alaşımlarının birleştirilmesi ise ciddi problemleri beraberinde getirmektedir. Farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerdeki metallerin birleştirilmesi ise çok daha zor ve neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Farklı metal türlerinin kendi arasında ve metallerin seramik, cam gibi diğer malzeme türleri ile birleştirilmesinde kullanılacak yeni ve çevreci bir birleştirme yöntemi ise Mekanik Kitleme Yöntemidir.

Mekanik kitleme yöntemine ait TR201503256B no' lu patent işlemleri 2017 yılında tamamlanmıştır (Mercan, 2017). Mekanik kitleme yöntemi ile birleştirmede malzeme çiftlerinde atomik seviyede bir birleştirme beklenmez. Bu nedenle demir esaslı malzemeler demir dışı metaller, kompozit malzemeler ve seramik malzemeler gibi birçok malzeme türü birbirleri ile birleştirilebilir. Yöntem kullanılarak birleştirilecek iki parçadan, biri yeniden şekillendirilen parça (YŞP) diğeri kalıp parçası olarak tasarlanır. Birleştirilecek iki malzeme türü arasında mekanik özellikleri ve ergime ısısı yüksek olan parça kalıp parçası olarak seçilir. Kalıp parçasının üzerine farklı ölçülerde konik kanal veya T kanal açılır. YŞP'nin seçimindeki temel şart ise plastik şekil değiştirme özelliğine sahip bir malzeme olmasıdır. Yöntem parametreleri, devir sayısı, sürtünme süresi ve sürtünme basıncı olarak sınıflandırılır. Bağlantı kalitesi üzerinde önemli etkisi bulunacağı düşünülen, kalıp parçası fiziksel tasarımına ait, kanal derinliğinin, kanal genişliğinin, boğaz açıklığının ve köşe yarıçapları gibi fiziksel parametrelerin malzeme özelliklerine uygun olarak belirlenmesi bağlantı kalitesinin artırılması için özel öneme sahiptir (Özkavak 2022). Söz konusu parametrelerin tamamı YŞP'nin mekanik özelliklerini kaybetmeden hamurumsu hale getirilmesi amacıyla belirlenir. Yöntemin en önemli avantajlarından biri malzemelerin ergime sıcaklığına ulaşmadan birleştirilmeleridir. Bu durum ısının dar bir alanda kalmasını ve mikro yapı değişimlerine bağlı istenmeyen sonuçların azalmasını sağlamaktadır (Mercan 2021). MLM ile birleştirilen malzemelerde gerilme yığılmasının olduğu bölgeleri tespit ederek fiziksel tasarım parametrelerinin belirlenmesinde nümerik analizler kullanılmaktadır. Endüstrinin birçok alanında, mekanik, optik ve akış özellikleri gibi birçok özelliğe ait

analizlerde nümerik analiz yöntemleri kullanılarak sayısal çözümler elde edilmektedir ve sonuçlar deneysel sonuçlara yakındır (Yıldırım, Demirel ve ark., 2023). Ürün geliştirme sürecinde oluşturulan CAD modellerinin nümerik hesaplama teknikleri ile tasarım doğrulama işlemi gerçekleştirilmekte olup geometrik ve topoloji optimizasyonu yapılabilmektedir. Böylece katı modeli ve analizi tamamlanan tasarım kullanılarak uygulamalarda zaman ve mali kayıpların önüne geçilmektedir. Bansal R. (2013), ANSYS paket programını kullanarak yaptığı araştırmalarda; bir bağlantı çubuğuna ait gerilme analizlerini tamamlamış, maksimum gerilme bölgesi, maksimum deformasyon bölgeleri ve kritik bölgeleri değerlendirmek için farklı yüklemelerde optimizasyon çalışmalarını yapmıştır. Solmaz M.Y ve ark. (2018), bindirme bağlantılarında tasarıma bağlı olarak bağlantı mukavemetindeki değişimi ANSYS paket programı kullanılarak araştırmışlardır. Bu amaçla farklı açılarda kenar birikintili modeller oluşturmuş ve eksenel çekme gerilmesi altında bağlantıların mekanik davranışlarını incelemiş ve en uygun tasarımı seçmişlerdir.

Bu çalışmada yüksek mekanik özelliklere sahip dubleks paslanmaz çelik AISI2205 malzeme ve iyi iletkenlik, yüksek mukavemet ve yüksek korozyon direncine sahip Cu30Zn malzeme çiftlerine ait mekanik özellikler analizlerde kullanılmıştır. Kartuş pirinci olarak adlandırılan %70 Cu-%30 Zn pirinci (C26000) mukavemet ve süneklik açısından en iyi kombinasyonu gösteren bu nedenle yüksek derin çekilebilme özelliği sağlayan alaşımdır (Akhyar, Samsul, ve ark., 2019). Cu30Zn alaşımlarının ergitme kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmesi oldukça zordur. Ergitme kaynak yöntemlerinde yaşanan problemler yerine katı hal kaynak yöntemleri kullanılarak problemlerin önüne geçilebilir. Katı hal kaynak yöntemleri ile birleştirilmesinde tekrarlanabilir kaynak parametrelerinin tespiti oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle katı hal kaynak yöntemlerinin pirinç alaşımlarının birleştirilmesinde yetersiz olduğu yapılan incelemelerde bildirilmiştir (Geçmen, Çatalgöl, 2021). Diğer taraftan kaynak hataları nedeni ile meydana gelen yüksek gerilmeler, kaynaklı bağlantıların hasar sürecinde olumsuz rol oynadığı bilinmektedir (Liu, Yang, ve ark., 2018). Özellikle pirincin farklı malzeme türleri ile birleştirilmesinde ortaya çıkan intermetalikler bağlantı kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında farklı kimyasal bileşime sahip malzeme türlerinin, yeni ve çevreci bir imalat yöntemi olan mekanik kitleme yöntemi kullanılarak birleştirilmesinde T kanallı bağlantı tasarımının analizi yapılmıştır. Böylece bimetalik uygulamalar ile ihtiyaca uygun farklı malzeme çiftlerinin birlikte kullanılabilmesi hedeflenmiştir.

Malzeme ve Yöntem

AISI2205 ve Cu30Zn malzemelerin MLM' de birleştirilebilmeleri amacıyla T kanala sahip farklı fiziksel tasarımlar hazırlanmıştır. Bu tasarımlara uygun birleştirilen malzemelerde meydana gelen gerilme dağılımını belirlemek amacıyla ANSYS programı kullanılarak statik analizler gerçekleştirilmiştir.

Mekanik Kilitleme Yöntemi

MLM malzemelerin plastik şekil değiştirme özelliklerinden yararlanılarak gerçekleştirilen çevreci ve yeni bir birleştirme yöntemidir. Yöntemde biri ergime özelliğine sahip malzeme olmak koşulu ile farklı malzeme türlerinin tamamı birleştirilebilir. MLM kullanımı ile birbirine benzemeyen metaller birleştirilerek istenen güç/ağırlık oranı, elektrik iletkenliğini ve korozyon direncin elde edilebilir (Mercan, 2017).

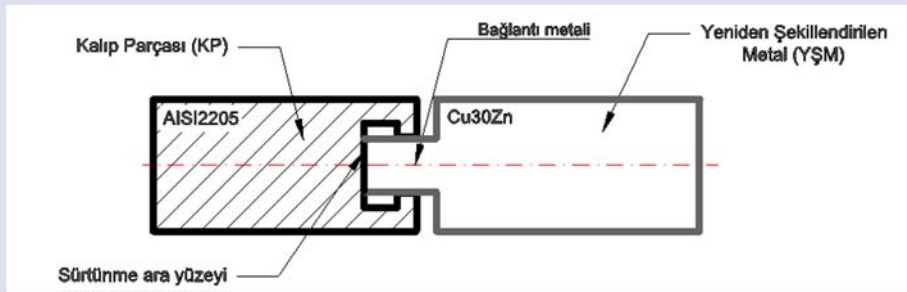
MLM yöntemi kullanılarak birleştirilecek iki parçadan, düşük mekanik özellikler ve düşük ergime sıcaklığına sahip olan parça yeniden şekillendirilecek parça (YŞP) olarak belirlenir. Mekanik özellikleri ve ergime ısısı yüksek olan diğer parça kalıp parçası (KP) olarak tasarlanır. Kalıp parçasının üzerine T kanal açılır. YŞP'nin ara yüzey temas hattı boyunca (KP üzerinde açılan kanal içinde) dönerek sürtünmesini ve aralarında aksel basınç oluşmasını sağlayacak bir sistem tasarlanır (Şekil 1). Bu sistem için sürtünme kaynak makinaları, torna tezgâhları ve freze tezgâhları aksel kaymaları önleyecek aparatlar yardımı ile kullanılabilir. YŞP ve KP'nin sürtünme hareketini sağlayacak ve plastik şekil değiştirme sonucunda kanal içini doldurabilecek, aynı zamanda burkulmaya neden olmayacak boyutlarda imalatı gerçekleştirilmelidir.

Başlangıçtaki sürtünme hareketi bir süre; plastik deformasyon sıcaklığına ulaşınca kadar devam ettirilir. Parçaların sürtünmekte olan yüzeylerinde, ısı açığa çıkar ve uygulanan aksel basınç etkisi ile YŞP yığılmaya başlar. Sürtünme işlemi her iki malzeme alın altına gelinceye kadar devam ettirilir. Yığılan malzeme kalıp şeklini (T) alır. Oluşturulan plastik deformasyon sonucunda, kanal şekline bağlı olarak

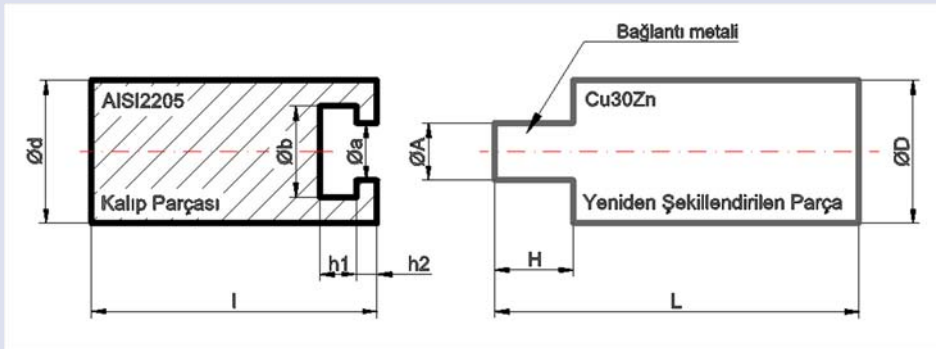
sökülmeyen mekanik bir birleşme sağlanır. Ara yüzeyde oluşturulan sürtünme ve açığa çıkan ısıya bağlı meydana gelen birleştirme, kaynaklı bağlantı olmayıp, kalıp parçası üzerine açılan kanal yardımı ile gerçekleştirilmiş mekanik bir birleştirmedir (Özkavak 2022). Sonuçta her iki malzeme mikroyapısında oluşabilecek muhtemel düzensizliklerin bir malzeme ile sınırlandırılması sağlanmış olur. KP'nin döküm yöntemi ile imal edilmesi ise atık oluşumunun önlenmesini sağlamaktadır. Bu durum teknolojik gelişmelerde ekosistemin korunmasında önemli bir adımdır. Birleştirme işleminden sonra da ek işlem yapılmasına gerek yoktur. Her iki durum yöntemin çevreci yönünü ortaya koymaktadır. Yönteme ait farklı endüstri sektörlerinde kullanımına yönelik metodolojik araştırmalar devam etmektedir. MLM bağlantı parametreleri; sürtünme süresi, devir sayısı ve sürtünme basıncı (ilerleme) dir. Diğer taraftan bağlantı kalitesi üzerinde önemli etkisi olan bağlantı profiline ait özellikler; KP kanal derinliği, boğaz mesafesi, kanal köşe yarıçapları gibi tasarım parametrelerinin malzeme özelliklerine ve bağlantı parametrelerine uygun belirlenmesi gerekmektedir (Mercan 2017; Özkavak 2022; Mercan 2021). Bu çalışma kapsamında fiziksel tasarım parametrelerine ait nümerik analizler gerçekleştirilmiştir.

Bağlantı Parametreleri

MLM kullanılarak birleştirilecek numunelere ait modellerin şematik görüntüsü Şekil 2' de verilmiştir. Analizi yapılacak 6 farklı numune profilini oluşturan değerler Çizelge 1' de gösterilmiştir. Tasarıma ait değerler daha önce yapılan çalışmalar ve imal edilebilirlik kriterleri göz önüne alınarak belirlenmiştir (Özkavak, 2022).



Şekil 1. MLM şematik gösterimi
Figure 1. MLM schematic representation



Şekil 2. Numune Boyutları (mm)
Figure 2. Sample Dimensions (mm)

Çizelge 1. Bağlantı profiline ait değişen değerler (mm)

Table 1. Changing values of the joining profile (mm)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Kalıp Parçası boyutları						
Dış Çap ($\emptyset d$)				30		
Parça Boyu (l)				50		
Kanal Taban çapı ($\emptyset b$)				20		
Bağlantı boğaz çapı ($\emptyset a$)				13		
Kanal toplam derinliği (h_1+h_2)		13			15	
Kanal dip derinliği (h_1)	7	8	9	9	10	11
Kanal giriş derinliği (h_2)	6	5	4	6	5	4
Yeniden Şekillendirilen Parça						
Dış Çap ($\emptyset D$)				30		
Bağlantı Metal Çapı ($\emptyset A$)				13		

Çizelge 2. Kimyasal Bileşim (% Ağırlıkça)(Mercan, 2017, Mercan, 2021)

Table 2. Chemical Composition (Weight %)

Malzeme	Fe	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	C	P	S	Mo	N	Zn	Bi	Pb
AISI 2205	Bal	0,30	1,68	0,09	4,93	22,3	0,01	0,02	0,00	3,37	0,19	-	-	-
		9	6	7	2	3	8	6	3	9	1			
Cu30Zn	0,1											28,	1,00	0,0
	0	-	-	Bal.	-	-	-	0,01	-	-	-	2	2	3

Bağlantı Parametreleri

MLM kullanılarak birleştirilecek numunelere ait modellerin şematik görüntüsü Şekil 2' de verilmiştir. Analizi yapılacak 6 farklı numune profilini oluşturan değerler Çizelge 1' de gösterilmiştir. Tasarıma ait değerler daha önce yapılan çalışmalar ve imal edilebilirlik kriterleri göz önüne alınarak belirlenmiştir (Özkavak, 2022).

Kullanılan Malzemeler

Çalışma kapsamında AISI 2205 çelik ve Cu30Zn prinç malzemeler tasarımı yapılan malzeme çifti olarak belirlenmiştir. AISI 2205 dubleks paslanmaz çelik sertliği ve mekanik özellikleri Cu30Zn' den daha yüksektir bu nedenle KP olarak tasarlanırken Cu30Zn YŞP olarak tasarlanmıştır. Birleştirilen malzeme çiftlerine ait standart

kimyasal birleşim Çizelge 2' de mekanik özellikleri Çizelge 3' te gösterilmiştir.

AISI 2205 çelik ve Cu30Zn prinç malzeme değerlerinin kullanımının temel nedeni her iki malzemenin konvansiyonel birleştirme yöntemleri ile birleştirilmesinin neredeyse imkansız olmasıdır. Çünkü paslanmaz çeliklerin yüksek ısı kullanılarak birleştirilmesi durumunda bazı yapısal değişimler söz konusu olmaktadır. Bu değişimler tane irileşmesi, MX çökeltileri, M_2X çökeltileri, M_3C karbürü, M_7C_3 karbürü, $M_{23}C_6$ karbürü, M_6C karbürü, Sigma (σ) fazı, Laves fazı, Z fazı, Kapa (χ) fazı, Chi (G) fazları, delta ferrit, 475 °C kırılmalıdır. Bunun yanında korozyon direncinin azalması, ön tav gerektirmesi gibi birtakım olumsuzluklar nedeni ile paslanmaz çeliklerin düşük ısı girdisi kullanılarak birleştirilmeleri gerekmektedir (Çelik,

Ersözlü, 2008). Cu30Zn alaşımlarının ısı iletkenliğinin oldukça yüksek olması nedeniyle kaynaklı birleştirme işlemlerinde diğer tüm malzemelerden daha fazla ısı girdisine ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla kaynak hızı düşüktür. Aynı zamanda malzemede çarpılma, çatlak, gözenek ve çinko buharlaşması gibi bazı kaynak hataları ile karşılaşılır. Sonuçta geleneksel ergitme kaynak tekniklerinin kullanılması halinde ciddi kaynak problemleri ile karşı karşıya kalındığı ve sınırlı oranda birleştirme yapıldığı bilinmektedir (Liu, Yang, ve ark, 2018). Diğer taraftan her iki malzeme ısıl değerlerindeki uyumsuzluk kaynak işlemini neredeyse imkansız hale getirmektedir.

ANSYS Paket Program ile Yapılan İncelemeler

Farklı fiziksel tasarım parametreleri kullanılarak elde edilen 6 farklı model için analizler, Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) ni kullanan ANSYS/Workbench 18.2 sürümü, Static

Structural Modülü ile yapılmıştır. Analiz sonuçlarında özellikle deneysel çalışmalarda kullanılacak en uygun fiziksel tasarım parametreleri tespit edilmesi hedeflenmiştir. Statik yük altında yapılan gerilme analizlerinde Von mises maksimum gerilme değerleri ile maksimum deformasyon bölgeleri tespit edilerek değerlendirmeler tamamlanmıştır.

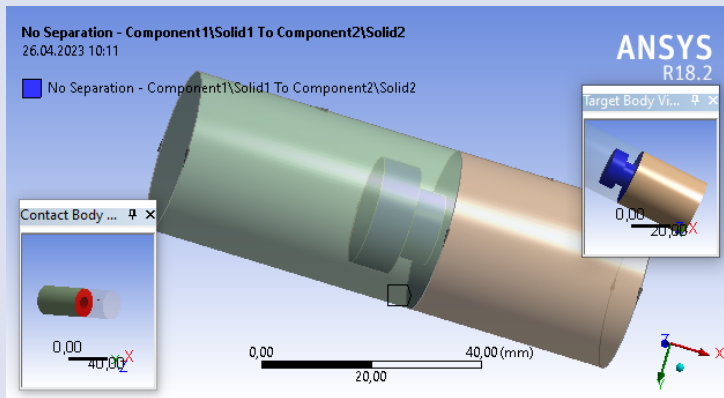
Modellerin Oluşturulması

Numunelere ait modeller oluşturulmuş ve aralarında kaynaklı bir bağlantı olmaması nedeni ile temas yüzeyleri tanımlanmıştır. Şekil 3' te numunelere ait modeller ve temas yüzeyleri gösterilmiştir. Malzemeler arasında difüzyon beklenmediği için bağlantı tipi No Separation olarak tanımlanmıştır. Böylece parçaların birbirlerinin normali doğrultusunda ayrılmadıkları fakat birbirleri üzerinden sınırlı kayma hareketi yapabildikleri kabulü ile incelemeler tamamlanmıştır.

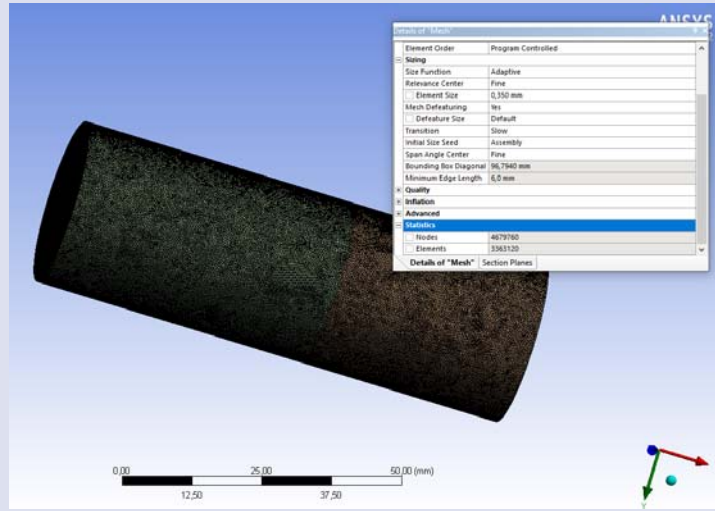
Çizelge 3. Malzeme mekanik özellikleri (Mercan, 2017, Mercan, 2021)

Table 3. Material mechanical properties

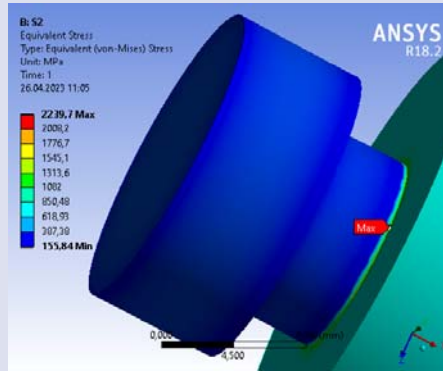
Malzeme	AISI 2205	Cu30Zn
Yoğunluk (gr/cm ³)	7,85	8,85
Elastisite Modülü (GPa)	351	97
Poisson Oranı	0,30	0,34
Uzama %	8	30
Akma Mukavemet Değeri (N/mm ²)	327,835	130
Çekme Mukavemet Değeri (N/mm ²)	955,681	300
Sertlik (HV)	328	134
Ergime Aralığı (°C)	1450	1056
Isıl Genleşme (µm/m°C)	14,7	18,1
Isıl İletkenlik (W/mK)	19	244,93



Şekil 3. Numune temas yüzeyleri
Figure 3. Sample contact surfaces



Şekil 4. Mesh yapısı ve sınır koşulları
Figure 4. Mesh structure and boundary conditions



Şekil 5. S2 nolu numune maksimum gerilme dağılım bölgeleri
Figure 5. Maksimum stress distribution regions of samples S2

Mesh Yapısının Oluşturulması

Hassas bir mesh yapısı oluşturmak amacıyla tüm parça genelinde mesh boyutu için Relevance Center değeri 100 yapıldıktan sonra Adaptive-Fine seçimleri ile en küçük mesh boyutu 0,35 mm olarak ayarlanmıştır. Eleman büyüklük fonksiyonu olarak Proximity seçimi yapılmış ve böylece kesit değişimi olan kısımlarda mesh sıklığının artırılması sağlanmıştır. Proximity mantığına uygun olarak hassas bölgelerin özellikle geçiş kısımlarının mesh eleman sayısını arttırmak amacıyla Num Cells Across Gap değeri 15 olarak ayarlanmıştır. Eleman büyüklükleri arasındaki geçişler içinde Transition bölümü slow yapılmıştır.

Düğüm sayıları sırasıyla 4679760, 4722927, 4727741, 4665143, 4664173 ve 4631849 dur. Eleman sayıları 3363120, 3394308, 3397812, 3351644, 3350971 ve 3326164 olmuştur. Tetrahedron eleman tipi kullanılmıştır. Mesh yapılandırma işleminde kullanılacak element modelleme için HEX Dominant method seçilmiştir. Şekil 4' te mesh yapısı, sınır koşulları ve yükleme durumu ile birlikte gösterilmiştir.

Yükleme ve Sınır Şartları

Analizlerin tamamında AISI2205 tarafından parçalara tam sabitleme (fix support) tanımlaması yapılırken, Cu30Zn tarafından aksel yönde (+X eksenini doğrultusunda) kuvvet uygulanarak analizler tamamlanmıştır. Tek eksenli çekme deneyinden elde edilmiş olan gerilme-şekil değiştirme davranışları dikkate alınmıştır. Analizlerde hasar yükü Cu30Zn nin çekme dayanımının üstünde belirlenmiştir. Cu30Zn malzemenin maksimum çekme gerilmesini oluşturacak ve gerilme değerlerini renk skalasında net olarak görebilecek şekilde hasar yükünün üstünde 500.000 N'luk tekil kuvvet uygulanmış ve oluşan gerilme dağılımları tespit edilmiştir.

Analiz Sonuçları

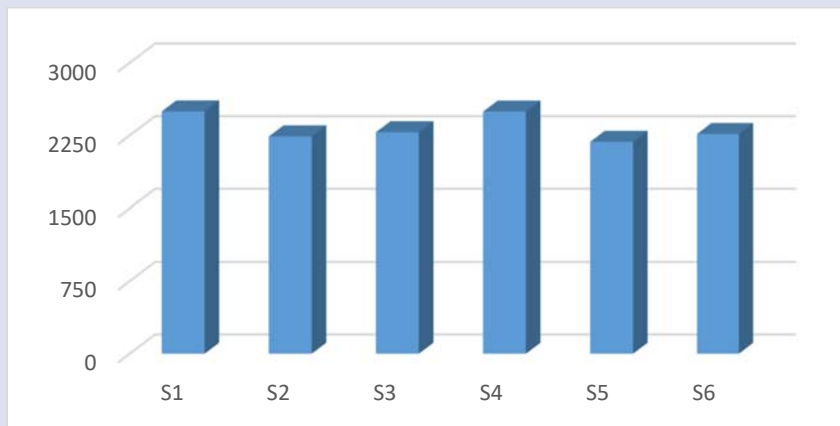
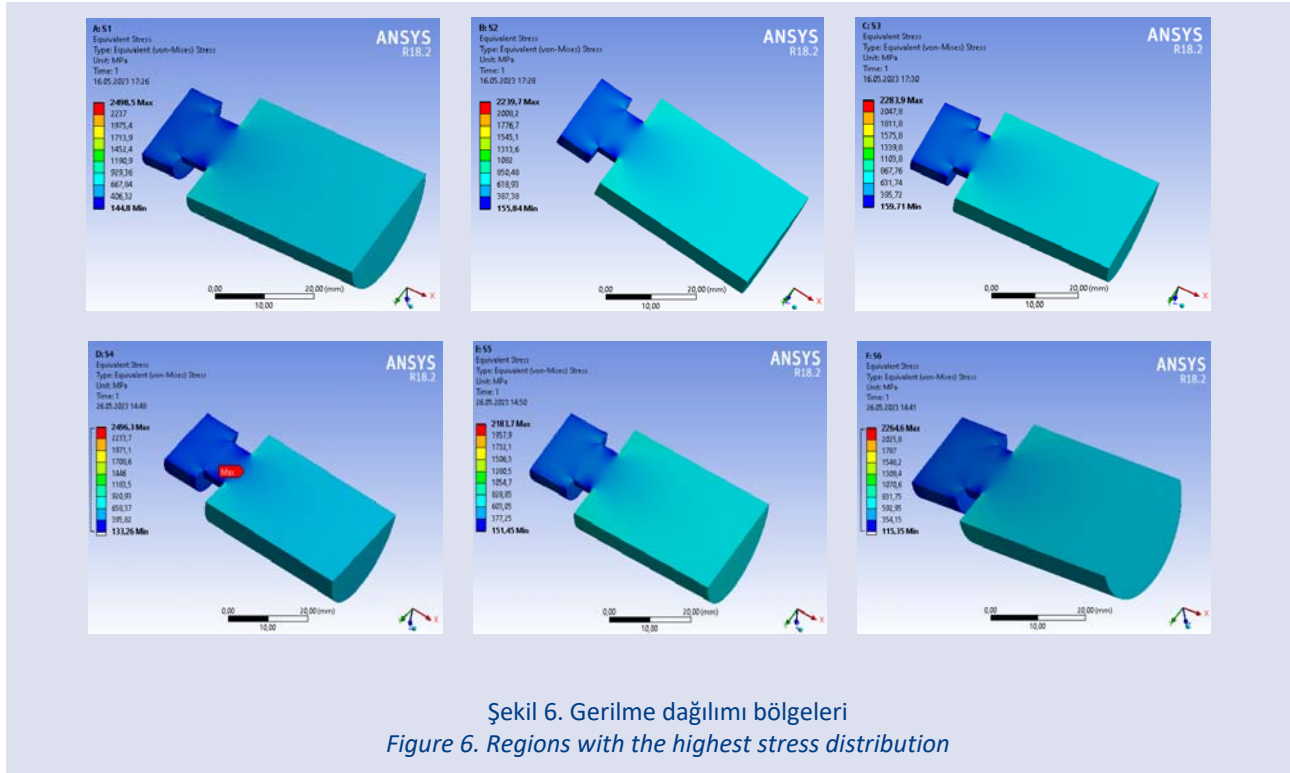
Bu çalışma kapsamında, malzemelerin birleştirilmesinde malzeme akışına ve ısıya bağlı mikroyapı hataları olmadığı ön kabulleri ile analizler tamamlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre gerilme dağılımının en yüksek olduğu bölgeler her numunede YŞP üzerinde bağlantı metalinin kesit değişim bölgesinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Daha önce yapılan

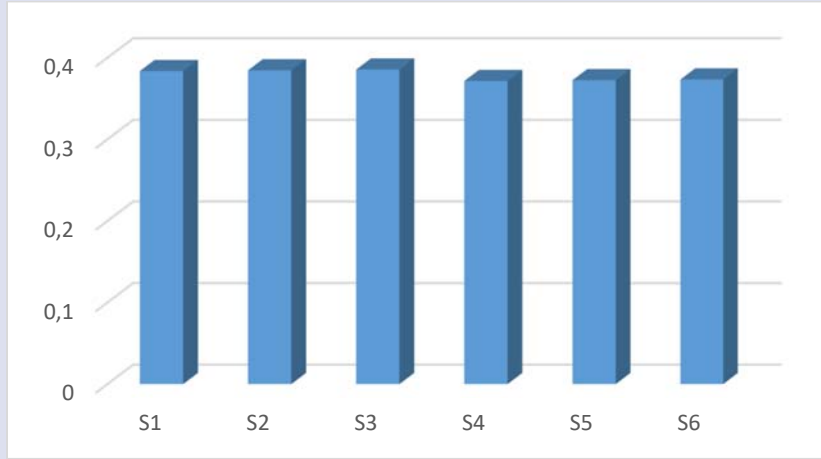
deneysel ve nümerik çalışmalarda, hasarın kesitin daraldığı bölgede meydana geldiği bilinmektedir (Mercan, 2019). Dolayısı ile yeniden şekillendirilen parça üzerinde bağlantı metali kesit değişim bölgesinin güçlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Şekil 5'te bağlantı metali üzerinde oluşan maksimum gerilme değerlerinin olduğu bölge gösterilmiştir.

Tüm numunelere ait gerilme dağılımları Şekil 6 da verilmiştir. Gerilme dağılımları kesit alınmış YŞP üzerinden gösterilmiştir. Gerilme dağılımının tüm fiziksel tasarımlar için benzer şekilde olduğu görülmüştür. Kanal toplam derinliği (h) 13 mm'den 15 mm ye çıkması sonucunda gerilme değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç yük taşıyan kesit miktarının artmasına bağlı olarak ortaya

çıkmıştır. Ancak her iki grup içinde gerilme değerlerinin kanal dip derinliğine (h_1) bağlı olarak değiştiği görülmüştür. h_1 değerinin artması ile birlikte gerilme değerleri toplam kanal derinliğinden bağımsız olarak önce azalmış daha sonra artmıştır. Bu nedenle h_1 ve h_2 değerlerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Şekil 7 de tüm numunelere ait gerilme değerleri grafik halinde verilmiştir. En yüksek gerilme dağılımı S1 nolu numunede 2498,5 MPa olarak meydana gelirken, en düşük gerilme dağılımı kanal toplam derinliği 15 mm ve kanal dip derinliği 10 mm olan S5 nolu numunede meydana gelmiştir.





Şekil 8. Maksimum yer değiştirme miktarı
Figure 8. Maximum displacement

Şekil 8' de maksimum yer değiştirme miktarları grafik halinde verilmiştir. Yer değiştirme miktarları kanal toplam derinliğine bağlı olarak değişmiş ve kanal derinliği aynı olan numunelerde benzer değerler elde edilmiştir.

Sonuçlar

* Yeniden şekillendirilen parça tasarımına bağlı olarak gerilme değerleri önemli oranda değişmiştir.

* Gerilme yığılmalarının kesitin daraldığı bölgelerde meydana geldiği ve maksimum değere ulaştığı tespit edilmiştir.

* En yüksek gerilme değeri S1 nolu numunede meydana gelirken en düşük gerilme değeri S5 nolu numunede meydana gelmiştir. Uygun tasarımların belirlenmesinde kanal dip derinliği ile kanal giriş derinliğinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Kaynakça

- Akhyar I., Samsul R., Nurdin A., Syiful H., 2019. The Effect of Chemical Composition on Grain Size and Formability of the Free-Lead Cu-30Zn Alloy. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 536 012019, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/536/1/012019/meta>
- Bansal, R., 2013. Dynamic simulation of a connecting rod made of aluminium alloy using finite element analysis approach. J. of Mech. and Civil Eng, DOI:10.9790/1684-0520105
- Geçmen İ., Çatalgöl Z., 2021. Sürtünme Karıştırma Kaynak Tekniği ile Birleştirilen Pirinç (CuZn63) Levhaların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. El-Cezeri Fen ve Müh. Der., 8, 1, 533-545, doi.org/10.31202/ecjse.813440
- Çelik, S., Ersözlü, İ., 2008. Investigation of the mechanical

- properties and microstructure of friction welded joints between AISI 4140 and AISI 1050 steels. Mat. and Design, 30, 970-976, doi.org/10.1016/j.matdes.2008.06.070
- Karthick M., Ramakrishna Ch. S., Pugazhenth R.,Gudadhe N., Baskar S., Kumar R.R., 2023. Contact stress analysis of xylon coated spur gear using ANSYS workbench. Mat. Proceedings, doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.572.
- Liu G.L., Yang S.W., Han W.T., Zhou L.J., Zhang M.Q., Ding J.W., Dong Y., Wan F.R., Shang C.J., Misra R.D.K., 2018. Microstructural evolution of dissimilar welded joints between reducedactivation ferritic-martensitic steel and 316L stainless steel during the post weld heat treatment. Mat. Sci. & Eng. A, 722 182–196, doi.org/10.1016/j.msea.2018.03.035
- Mercan S., Mekanik kilitleme yöntemi (MLM)". Türk Patent ve Marka Kurumu, No: TR 2015 03256 B 2017/05/22, (2017)
- Mercan S., 2019. Farklı Metal Çiftlerinin Mekanik Kilitlenme Yöntemi ile Birleştirilmesi, GU J Sci, Part C, 7(1): 25-36, DOI:10.29109/gujsc.437488
- Mercan S., 2021. Joining dissimilar material pairs by mechanical locking method (MLM). Int. J. of Pre. Eng. and Man., doi.org/10.1007/s12541-021-00593-z
- Mercan S., Özdemir N., 2017. Weldability characteristics of friction-welded AISI 2205 to AISI 1020 steels, Weld World, DOI 10.1007/s40194-017-0441-1
- Özkavak H. V., 2022. Joining Cu30Zn (Brass) and AA6063 alloys using the mechanical locking method. Russian J. of Non-Fer. Metal, doi.org/10.3103/S1067821222050078
- Solmaz, M.Y., 2018. Yapıştırıcı ile birleştirilmiş dalgalı bağlantı (Wavy-lap) performanslarının uç açısına bağlı olarak araştırılması. Fırat Ün. Müh. Bil. Der., <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fumbd/issue/35837/400530>
- Yıldırım F., Demirel B., Dağışan B., 2022. Investigation of the mechanical properties of calcite reinforced polypropylene by using digimat-mean field homogenization and ansys FEM. Mat. Com., doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.105023



A Research on the Application of Single and Double-Component Wood Bleaching Chemicals on Movingui (*Distemonanthus Benthamianus* Baillon) Wood Used in the Furniture Industry

Hüseyin PEKER^{1,a}, Elif Hümeýra BİLGİNER^{2,b}, Ümit AYATA^{3,c,*}, Osman ÇAMLİBEL^{4,d}

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Artvin Çoruh University, Artvin, Turkey.

²Faculty of Fine Arts and Design, KTO Karatay University, Karatay, Konya, Turkey.

³Department of Interior Architecture and Environmental Design, Faculty of Arts and Design, Bayburt University, Bayburt, Turkey.

⁴Interior Design, Kırıkkale Vocational School, Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey.

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 19/10/2023

Accepted: 06/12/2023

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

Movingui wood is used abroad in heavy construction works, carpentry, and the production of windows, thresholds, and door frames. This study investigates changes in certain surface properties (color, glossiness, and whiteness index: WI^*) resulting from the application of two different wood bleaching chemicals (single- and double-component) on movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) wood surfaces. According to the obtained results, the multivariate analysis of variance results was found to be significant. Increases in L^* , b^* , C^* , and h° values were obtained by both bleaching chemicals. For the a^* parameter, an increase was observed in the single-component and a decrease in the double-component. Both wood chemicals resulted in decreases in WI^* values in the direction perpendicular to the fibers and in all glossiness values. Looking at the ΔE^* values, 4.56 was obtained in the single-component, and 41.39 in the double-component. Applying wood chemicals to movingui wood surfaces resulted in a noticeable color change

Keywords: Movingui, glossiness, bleaching, color, whiteness index

Mobilya Sektöründe Kullanılan Movingui (*Distemonanthus Benthamianus* Baillon) Odununda Tek ve Çift Bileşenli Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması Üzerine Bir Araştırma

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 19/10/2023

Kabul: 06/12/2023

ÖZ

Movingui ahşabı ağır inşaat işlerinde, doğramacılıkta, pencere, eşik ve kapı çerçevesi yapımında yurt dışında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) ahşabı yüzeylerinde uygulanan iki farklı ahşap ağartıcı kimyasalının (tek ve çift bileşenli) meydana getirmiş olduğu bazı yüzey özelliklerindeki değişiklikler (renk, parlaklık ve beyazlık indeksi: WI^*) araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çok değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı olarak tespit edilmiştir. Her iki ağartma kimyasalları tarafından L^* , b^* , C^* ve h° değerlerinde artışlar elde edilmiştir. a^* parametresinde, tek bileşenlide artış ve çift bileşenlide azalış görülmüştür. Her iki ahşap kimyasalı tarafından liflere dik yöndeki WI^* değerlerinde ile bütün parlaklık değerlerinde azalışlar belirlenmiştir. ΔE^* değerlerine bakıldığında, tek bileşenlide 4.56 çift bileşenlide ise 41.39 olarak elde edilmiştir. Ahşap kimyasallarının movingui ahşabı yüzeylerine uygulanması ile belirgin bir renk değişimi görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Movingui, parlaklık, ağartma, renk, beyazlık indeksi

^a peker100@artvin.edu.tr

^{ib} <http://orcid.org/0000-0002-7771-6993>

^b elifbilginer46@gmail.com

^{ib} <http://orcid.org/0009-0009-5455-4408>

^c umitayata@bayburt.edu.tr

^{ib} <http://orcid.org/0000-0002-6787-7822>

^d osmancamlibel@kku.edu.tr

^{ib} <http://orcid.org/0000-0002-8766-1316>

How to Cite: Peker H, Bilginer, E H, Ayata, Ü, Çamlıbel O, (2023) A Research on the Application of Single- and Double-Component Wood Bleaching Chemicals on Movingui (*Distemonanthus Benthamianus* Baillon) Wood Used in the Furniture Industry, Journal of Science and Technology, 2(2): 73-79.

Giriş

Beyazlatma, rengin yok edilmesi anlamına gelir. Renk, görünür radyasyonun görünür aralığında foton emilimi sonucu oluşur (Suess, 2009). Ahşabın rengi, oksidasyon yoluyla renk giderme işlemi gerçekleştiren sıvı ağartmaların uygulanmasıyla açılabilir veya değiştirilebilir (Capotosto, 1979). Ahşabın mobilya ve marangozluk endüstrisinde kullanılan ahşap kaplamalardan kahverengi rengin çıkarılması amacıyla ağartma işlemi sıklıkla gerçekleştirilir. Daha sonra son kat kaplama veya yüzey boyası uygulanır (Fu, 2018).

Günümüzde, ahşap malzemelere ait yüzeylerin ağartılması işlemlerinde [sodyum hidrosülfid (NaHS), magnezyum sülfat ($MgSiO_4$), sodyum klorit ($NaClO_2$), klor dioksit (ClO_2), dimetil dioksiran (C_4H_8O), oksalik asit ($H_2C_2O_4$), diethylenetriaminepentaacetic asit ($(HOOCCH_2)_2NCH_2CH_2$), NCH_2COOH), hidrojen peroksit (H_2O_2), sodyum hidroksit (NaOH), perasetik asit (CH_3CO_3H), potasyum peroksimonosülfat ($KHSO_5$), sodyum silikat (Na_2SiO_3), sodyum hipoklorit ($NaClO$) vb. gibi] birçok çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır.

Bu kimyasallardan birisi olan hidrojen peroksit, odun hamuru, kağıt, ham pamuk ve tekstil ve sert yüzeylerdeki lekeleri beyazlatmak için yaygın olarak kullanılan çevre dostu bir ağartma maddesidir (Kirk ve ark., 1991). Oksalik asit, farmasötik endüstrilerinde saflaştırıcı bir madde olarak yaygın olarak kullanılan, nadir toprak metal işlemede çöktürücü madde olarak kullanılan ve aynı zamanda tekstil ve ahşap endüstrilerinde ağartma maddesi olarak da görev yapan, kristalimsi toksik bir organik bileşiktir (Osoka ve ark., 2019).

Literatürde çeşitli ağaç türleri üzerinde, farklı ağartma kimyasalları kullanılarak ağartma çalışmalarının yapıldığı görülmektedir (örnek olarak; Ayata ve Bal, 2023; Ayata ve Çamlıbel, 2023; Çamlıbel ve Ayata, 2023a;b). Yapılan bu çalışmalarda ağartma işlemleri sonrasında ahşap malzemeler üzerinde renk parametrelerinin (h^* , C^* , b^* , L^* ve a^*) değiştiği bildirilmiştir.

Ama literatürde mobilya sektöründe önemli bir değere sahip olan movingui ahşabında tek ve çift bileşenli ağartma kimyasalları ile muamele edilmediği görülmektedir. Bu ağaç türüne ait kısaca bilgi vermek gerekirse;

Distemonanthus benthamianus Baillon (*D. benthamianus*), Baklagiller (Leguminosae) ailesine aittir ve Batı Afrika alt bölgesinin orman bölgelerinde yaygın olarak bulunur (Osamudiamen ve ark., 2018). Leguminosae familyasına ait bir ağaçtır (Sima-Obiang ve ark., 2019).

Halen Gabon'da Movingui, Fildişi Sahili'nde Barre, Gana'da Bonsamdua, Kamerun'da Eyen ve Nijerya'da Ayan adlarıyla bilinen bu ağaç, 90 ila 125 m yüksekliğinde ve her zaman yeşil kalan, Afrika'da yaygın olarak görülen en büyük ağaçlardan biridir (Matah Marte ve ark., 2020).

Ahşabı, ağır inşaat işlerinde, doğramacılıkta, pencere, eşik ve kapı çerçevesi yapımında kullanılır (Bouquet, 1969; Anonim, 1956). Kabuk tozu, geleneksel olarak cilt sorunlarına karşı kullanılır ve genellikle padouk ile ilişkilendirilir (Sima-Obiang ve ark., 2019).

Movingui odununda; odun denge rutubeti %10.60, anizotropi oranı 3.41, teğet yönde genişleme miktarı

%3.40, radyal yönde genişleme miktarı %2.22 (Shukla ve Kamdem, 2010), shore D sertlik değeri 67.00 HD (Gürleyen ve ark., 2022), çeşitli mantarlara göre ağırlık kayıpları *Coniophora puteana* için %3.10, *Fibroporia vaillantii* için %3.50, *Gloeophyllum trabeum* için %2.50, *Trametes versicolor* için %3.20, *Pycnoporus sanguineus* için %3.20 (Zaremski ve ark., 2005), asetonunda çözünürlük %9.90, toluen/etanolda çözünürlük %8.70, su çözünürlüğü %3.80, dikolorometanda çözünürlük %9.00 (Saha ve ark., 2013), deniz suyunda 1 yıl süre ile bekletilmesi sonrasında oluşan ağırlık kaybı %19.60 (Şen ve Yalçın, 2010), ısı iletkenlik değeri 0.240 W/m.K ve T/R anizotropi oranı 1.60 (Guibal ve ark., 2017) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) ahşabı yüzeylerinde uygulanan iki farklı ahşap ağartıcı kimyasalın (tek ve çift bileşenli) meydana getirmiş olduğu bazı yüzey özelliklerindeki değişiklikler araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Ahşap Malzeme

Movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) odunu bu çalışmada seçilmiştir. Deney örnekleri özel bir kereste satıcısından satın alınma yöntemiyle elde edilmiştir. 10 x 10 x 2 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Daha sonra, bu numuneler üzerinde 20±2°C ile %65 bağıl nemde olacak şekilde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976).

Ağartma Kimyasalları

Araştırmada su bazlı tek bileşenli beyazlatıcı (oksalik asit: $C_2H_2O_4$, sıvı, renksiz, kokusuz, pH değeri 2.0±0.5) ve çift bileşenli beyazlatıcı (pH değeri 7, sıvı, kokusuz, renksiz, çözünür, seyreltici maddesi su, hidrojen peroksit (H_2O_2): A bileşeni ve sodyum hidroksit (NaOH): B bileşeni, 2:1 oranında karıştırılarak) olmak üzere iki farklı ağartıcı kimyasalları kullanılmıştır.

Metot

Ağartma İşlemlerinin Uygulanması

Uygulama öncesi ahşap malzeme yüzeyleri 80, 120 ve 150 kumluk zımparalar ile zımparalanmıştır. Tek ve çift bileşenli ağartma kimyasalları ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak bir sünger yardımıyla uygulanmıştır. Uygulama bir oda sıcaklığında olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Testler

Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Numunelerin renk değişimi, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağılık aydınlatma)] cihazı (Şekil 1A) kullanılarak ölçülmüş olup, L^* , C^* , a^* , b^* ve h^* parametreleri belirlenmiştir.

Cividini ve ark., (2007) tarafından Çizelge 1'de gösterilen değerler ile bu çalışmada ağartma uygulamaları sonrasında edilen ΔE^* değerleri kıyaslanmıştır.

Çizelge 1. Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)

Table 1. Color change criteria (Cividini et al., 2007)

ΔE^* Değeri	→	Kriter İfadesi
$0.2 < \Delta E^*$	→	Görünmez fark
$0.2 < \Delta E^* < 2$	→	Küçük fark
$2 < \Delta E^* < 3$	→	Düşük kaliteli ekranda görünen renk farkı
$3 < \Delta E^* < 6$	→	Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı
$6 < \Delta E^* < 12$	→	Yüksek renk farkı
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

Çizelge 2. Δa^* , ΔC^* , ΔH^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999)Table 2. Definitions of Δa^* , ΔC^* , ΔH^* , Δb^* , and ΔL^* (Lange, 1999)

Test	Pozitif durumda	Negatif durumda
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Referanstan daha bulanık, mat

Aşağıdaki formüller yardımıyla toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}} - C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}} - a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}} - L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}} - b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Δa^* , ΔC^* , ΔH^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999)

Çizelge 2'de sunulmuştur.

Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık testleri ISO 2813, (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda (20° , 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 1D).

Beyazlık İndeksi (WI^*) Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 1E) cihazının kullanılması beyazlık indeksi (WI^*) değerleri liflere paralel ve dik yönlerde belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).



Şekil 1. Renk ölçüm cihazı (A), CIE $L^*a^*b^*$ sistemi (Ruiz ve ark., 2012) (B), ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (C), parlaklık ölçüm cihazı (D) ve beyazlık indeksi ölçüm cihazı (E)

Figure 1. Color measurement device (A), CIE Lab^* system (Ruiz et al., 2012) (B), measurement angles (ISO 2813, 2014) (C), gloss meter device (D), and whiteness index measurement device (E)

İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ve çalışmaya ait ölçüm değerlerinin kullanılması ile minimum ortalamaları,

maksimum ölçüm değerleri, homojenlik grupları, ölçüm değerleri, standart sapmaları, çok değişkenli varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 3’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, her iki ahşap ağartıcı kimyasalları için ΔL^* (referanstan daha açık), Δb^* (referanstan daha sarı) ve ΔC^* (referanstan daha net, daha parlak) değerleri pozitif olarak tespit edilmiştir. Çift bileşenlide bu değerler tek bileşenliye kıyasla yüksek elde edilmiştir (Çizelge 3).

Δa^* değerlerinde ise tek bileşenlide pozitif (referanstan daha kırmızı) sonuç bulunurken, çift bileşenlide negatif (referanstan daha yeşil) olarak belirlenmiştir. ΔE^* değerlerine bakıldığında, tek bileşenlide 4.56 çift bileşenlide ise 41.39 olarak

bulunmuştur. Çift bileşenliye ait belirlenmiş olan ΔE^* değeri, tek bileşenliye ait olan ΔE^* değerinden yaklaşık on kat yüksek çıkmıştır (Çizelge 3).

Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007) ile elde edilen sonuçlar kıyaslandığında, tek bileşenli kimyasalın “ $3 < \Delta E^* < 6$ ile orta kalite ekranla görülebilen renk farkı” ve çift bileşenli kimyasalın “ $\Delta E^* > 12$ ile farklı renk” kategorisini verdikleri belirlenmiştir.

Ayata ve Çamlıbel, (2023) tarafından yapılan çalışmada, satinwood ceylon ahşabına uygulanan ahşap ağartıcılarının meydana getirdiği toplam renk farkı (ΔE^*) değerlerine ait sonuçlara bakıldığında tek bileşenlide 0.71 ve çift bileşenlide 2.93 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Çizelge 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Table 3. Results of total color differences

Uygulama	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)
Tek Bileşenli	0.91	0.81	4.40	4.37	0.96	4.56	$3 < \Delta E^* < 6$ Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı
Çift Bileşenli	2.23	-2.00	41.48	39.79	11.88	41.59	$\Delta E^* > 12$ Farklı renk

Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi (W^*) testlerine ait olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. Bu

sonuçlara göre, bütün testler için ağartma kimyasalı türü anlamlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Table 4. Results of multivariate analysis of variance

Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık (L^*) değeri	25.045	2	12.522	13.533	0.000*
Kırmızı (a^*) renk tonu	41.913	2	20.956	44.844	0.000*
Sarı (b^*) renk tonu	10382.965	2	5191.482	32765.546	0.000*
Kroma (C^*) değeri	9525.096	2	4762.548	19848.330	0.000*
Ton (h°) açısı değeri	1572.358	2	786.179	1116.038	0.000*
$\perp 20^\circ$ ’de parlaklık değeri	0.621	2	0.310	931.000	0.000*
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık değeri	28.245	2	14.122	849.227	0.000*
$\perp 85^\circ$ ’de parlaklık değeri	276.491	2	138.245	3645.141	0.000*
$\parallel 20^\circ$ ’de parlaklık değeri	0.643	2	0.321	542.250	0.000*
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık değeri	28.453	2	14.226	683.472	0.000*
$\parallel 85^\circ$ ’de parlaklık değeri	353.486	2	176.743	399.603	0.000*
Beyazlık indeksi (\perp)	1583.829	2	791.914	4989.892	0.000*
Beyazlık indeksi (\parallel)	525.848	2	262.924	750.100	0.000*

*: Anlamlı

Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi (W^*) testlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5’de sunulmaktadır. Bu sonuçlar incelendiğinde her iki ağartma kimyasalları tarafından b^* , L^* , C^* ve h° değerlerinde artışlar tespit edilmiştir (Çizelge 5).

L^* için en yüksek sonuç çift bileşenli kimyasalda (65.74) elde edilirken, en düşük sonuç kontrol deney grubu örneklerinde (63.52) bulunmuştur. L^* için en yüksek artış oranı çift bileşenli kimyasalda %3.49 olarak tespit

edilirken, en düşük artış oranı tek bileşenlide %1.43 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

a^* için en yüksek sonuç tek bileşenli kimyasal uygulamasının yapıldığı deney örnekleri üzerinde (11.57) tespit edilirken, en düşük sonuç çift bileşenli kimyasalda (8.76) belirlenmiştir. a^* parametresinde tek bileşenli kimyasal uygulamasının yapıldığı deney örnekleri üzerinde %7.53’lük bir artış elde edilirken, çift bileşenli uygulaması ile %18.59’luk bir azalış tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Renk, parlaklık ve beyazlık indeksi (WI^*) testlerine ait ölçüm sonuçları
 Table 5. Measurement results for color, glossiness, and whiteness index (WI^*) tests

Test	Ağartma Kimyasalı Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	HG	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
L^*	Ağartılmamış	10	63.52	-	C**	62.17	64.70	0.77	1.22
	Tek Bileşenli	10	64.43	↑1.43	B	62.04	65.47	1.18	1.84
	Çift Bileşenli	10	65.74	↑3.49	A*	64.78	66.77	0.88	1.34
a^*	Ağartılmamış	10	10.76	-	B	9.65	11.68	0.53	4.96
	Tek Bileşenli	10	11.57	↑7.53	A*	10.50	12.92	0.63	5.45
	Çift Bileşenli	10	8.76	↓18.59	C**	7.61	9.74	0.85	9.68
b^*	Ağartılmamış	10	24.39	-	C**	23.49	25.01	0.44	1.81
	Tek Bileşenli	10	28.78	↑18.00	B	28.35	29.39	0.32	1.11
	Çift Bileşenli	10	65.86	↑170.03	A*	65.05	66.33	0.42	0.64
C^*	Ağartılmamış	10	26.66	-	C**	25.62	27.60	0.58	2.18
	Tek Bileşenli	10	31.02	↑16.35	B	30.23	32.11	0.48	1.54
	Çift Bileşenli	10	66.45	↑149.25	A*	65.71	66.86	0.39	0.59
h°	Ağartılmamış	10	66.20	-	C**	64.96	67.99	0.80	1.21
	Tek Bileşenli	10	68.11	↑2.89	B	66.27	69.66	0.96	1.40
	Çift Bileşenli	10	82.42	↑24.50	A*	81.59	83.45	0.74	0.90
$\perp 20^\circ$	Ağartılmamış	10	0.60	-	A*	0.60	0.60	0.00	0.00
	Tek Bileşenli	10	0.30	↓50.00	B	0.30	0.30	0.00	0.00
	Çift Bileşenli	10	0.29	↓51.67	B**	0.20	0.30	0.03	10.90
$\perp 60^\circ$	Ağartılmamış	10	3.14	-	A*	3.00	3.40	0.16	5.02
	Tek Bileşenli	10	1.23	↓60.83	B	1.10	1.50	0.15	12.15
	Çift Bileşenli	10	0.96	↓69.43	C**	0.90	1.00	0.05	5.38
$\perp 85^\circ$	Ağartılmamış	10	6.54	-	A*	6.10	6.90	0.34	5.16
	Tek Bileşenli	10	0.10	↓98.47	B**	0.10	0.10	0.00	0.00
	Çift Bileşenli	10	0.10	↓98.47	B**	0.10	0.10	0.00	0.00
$\parallel 20^\circ$	Ağartılmamış	10	0.60	-	A*	0.60	0.60	0.00	0.00
	Tek Bileşenli	10	0.30	↓50.00	B	0.30	0.30	0.00	0.00
	Çift Bileşenli	10	0.28	↓53.33	B**	0.20	0.30	0.04	15.06
$\parallel 60^\circ$	Ağartılmamış	10	3.56	-	A*	3.20	3.70	0.21	5.80
	Tek Bileşenli	10	1.79	↓49.72	B	1.60	1.90	0.11	6.15
	Çift Bileşenli	10	1.29	↓63.76	C**	1.20	1.40	0.09	6.79
$\parallel 85^\circ$	Ağartılmamış	10	8.44	-	A*	7.50	10.40	1.06	12.58
	Tek Bileşenli	10	1.71	↓79.74	B	1.20	2.10	0.40	23.46
	Çift Bileşenli	10	0.71	↓91.59	C**	0.40	0.90	0.20	27.74
WI^* (\perp)	Ağartılmamış	10	21.05	-	A*	20.30	21.60	0.49	2.35
	Tek Bileşenli	10	19.64	↓6.70	B	18.80	20.10	0.47	2.39
	Çift Bileşenli	10	4.98	↓76.34	C**	4.80	5.10	0.10	2.07
WI^* (\parallel)	Ağartılmamış	10	12.06	-	B	10.80	12.90	0.74	6.10
	Tek Bileşenli	10	12.92	↑7.13	A*	12.30	14.10	0.65	5.04
	Çift Bileşenli	10	3.64	↓69.82	C**	3.10	3.90	0.30	8.11

HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

b^* için en yüksek sonuç çift bileşenli kimyasalda (65.86) bulunurken, en düşük sonuç kontrol deney grubu örneklerinde (24.39) görülmüştür. b^* için en yüksek artış oranı %170.03 olarak çift bileşenli kimyasalda (82.42) belirlenirken, en düşük artış oranı %18.00 ile tek bileşenli kimyasalda elde edilmiştir (Çizelge 5).

C^* için en yüksek sonuç çift bileşenli kimyasalda (149.25) görülürken, en düşük sonuç kontrol deney grubu örneklerinde (26.66) tespit edilmiştir. C^* için en yüksek artış oranı çift bileşenli kimyasalda %149.25 olarak tespit edilirken, en düşük artış oranı %16.35 ile tek bileşenli kimyasalda belirlenmiştir (Çizelge 5).

h° için en yüksek sonuç çift bileşenli kimyasal uygulamasının yapıldığı deney örnekleri üzerinde (82.42)

belirlenirken, en düşük sonuç kontrol deney grubu örneklerinde (66.20) elde edilmiştir. h° için en yüksek artış oranı çift bileşenli kimyasalda %24.50 olarak bulunurken, en düşük artış oranı %2.89 ile tek bileşenli uygulamada görülmüştür (Çizelge 5).

Parlaklık değerlerinde ise her iki ağartıcılar karşısında bütün derece ve yönlerde azalışların elde edildiği görülmektedir. Bütün parlaklık derece ve yönleri için kontrol örnekleri en yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, bütün derece ve yönler için en düşük değerlerin çift bileşenli ağartıcı ile elde edildiği görülmektedir (azalma oranları %49'dan fazla olmaktadır) (Çizelge 5).

Liflere dik ve paralel yönlerde WI^* değerleri için çift bileşenli kimyasal ile azalmalar (sırasıyla oranlar %76.34 ve %69.82) elde

edilmiştir. Buna ek olarak, her iki durumda da aynı kimyasal için en düşük ölçüm sonuçları oldukları (sırasıyla 4.98 ve 3.64) görülmektedir (Çizelge 5).

Liflere dik Wl^* değerleri, liflere paralel Wl^* değerlerinden yüksek olarak belirlenmiştir. Tek bileşenli ağartıcı ise liflere dik yönde Wl^* değerleri için %6.70 oranında azalmaya neden olurken, liflere paralel yönde Wl^* değerleri için %7.13 oranında artışa sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Ağartma işlemleri üzerine yapılan çeşitli araştırmalara ait kıyaslamalar Çizelge 6'da verilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, lignin de dâhil olmak üzere renkli bileşenleri çıkarmak için odun numunelerini 1-2 gün

boyunca %5 sulu sodyum hipoklorit çözeltisine batırmaya dayalı şeffah ahşap malzemeler geliştirmiştir (Fink, 1992). Yüzey modifikasyonunun lignine bağlı fonksiyonel grupların bir parçası olan renk kromoforlarını ortadan kaldıracaklarını düşündürmektedir. H_2O_2 ile ağartmanın hamurdaki odun ekstraktlarının içeriğini azalttığı ve hamur parlaklığını arttırdığı iyi bilinmektedir. İşlem sırasında renge katkıda bulunan lignin gruplarının bir parçası olan kinonlar oksitlenerek renksiz yapılara dönüşür ve lignindeki koniferil aldehit grupları ve konjuge çift bağ yapıları parçalanır (Lindholm ve ark., 2009).

Çizelge 6. Ağartma işlemleri üzerine yapılan çeşitli araştırmalara ait kıyaslamalar

Table 6. Comparisons of various studies on bleaching processes

Ağaç Türü	Ağartma Maddesi Türü	Uygulama Sonrası Değişim					Kaynaklar
		L^*	a^*	b^*	C^*	h°	
Movingui (<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baillon)	Oksalik asit	↑	↑	↑	↑	↑	Bu çalışma
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↑	↑	↑	
Ilomba (<i>Pycnanthus angolensis</i> Exell)	Oksalik asit	↑	↑	↑	↑	↑	Ayata ve Bal, (2023)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↑	
Satinwood ceylon (<i>Chloroxylon swietenia</i> DC)	Oksalik asit	↓	↓	↑	↓	↑	Ayata ve Çamlıbel, (2023)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↑	
Ihlamur (<i>Tilia tomentosa</i> - Moench.)	Oksalik asit	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023a)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↑	
Ekop (<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> Haum.)	Oksalik asit	↓	↑	↑	↑	↑	Çamlıbel ve Ayata, (2023b)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↑	↑	↑	
Canelo (<i>Drimys winteri</i> J.R. Forst. & G. Forst.)	Oksalik asit	↑	↑	↑	↑	↑	Peker, (2023a)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↑	↑	↑	↑	
Lotofa (<i>Sterculia rhinopetala</i>)	Oksalik asit	↑	↓	↑	↑	↑	Peker, (2023b)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↑	
Yalancı akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Oksalik asit	↑	↓	↑	↓	↑	Peker ve Ulusoy, (2023)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↓	
Izombé (<i>Testulea gabonensis</i> Pellegr.)	Oksalik asit	↓	↑	↑	↑	↑	Peker ve ark., (2023)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↑	↑	↑	
Olon (<i>Zanthoxylum heitzii</i>)	Oksalik asit	↑	↑	↑	↑	↑	Peker ve Ayata, (2023)
	$H_2O_2 + NaOH$	↑	↓	↓	↓	↑	

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Her iki ağartma kimyasalları tarafından b^* , L^* , C^* ve h° değerlerinde artışlar tespit edilmiştir.

- Her iki ahşap kimyasalı tarafından liflere dik yöndeki Wl^* değerlerinde ile bütün parlaklık değerlerinde azalışlar elde edilmiştir.

- a^* parametresinde, tek bileşenlide artış ve çift bileşenlide azalış tespit edilmiştir.

- Çift bileşenli ($H_2O_2 + NaOH$) ahşap kimyasalı, tek bileşenliden (oksalik asit) çok yüksek olarak ΔE^* sonucu vermiştir (yaklaşık 10 kat).

- Çalışmada ağartma kimyasalları ile işlem görmüş ahşap numuneler üzerinde vernik, boya vb. kimyasallar uygulandıktan sonra doğal veya yapay yaşlandırma uygulamalarının yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

Anonim, 1956. British Forest Products Research Laboratory, A Handbook of Hardwoods. Department of Scientific and Industrial Research, Forest Products Research, Her Majesty's Stationery Office, London, 269 pp.

ASTM D 2244-3, 2007. Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM E313-15e1, 2015. Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Ayata, Ü., ve Bal, B.C., 2023. Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine çeşitli ağartıcı kimyasallarının uygulanması, European Conferences 2. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 4-6 Ağustos 2023 Belgrad,

Ayata, Ü., Çamlıbel, Ç., 2023. İç ve dış mekânda kullanılan Satinwood ceylon (*Chloroxylon swietenia* DC) ahşabında

- ağartma uygulamasının yapılması üzerine bir çalışma, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- Bouquet, A., 1969. Fetish and traditional medicine of Congo (Brazzaville). O.R.S.T.O.M. Paris, 36: 177-178.
- Capotosto, J., 1979. Furniture Making and Finishing, Reston Pub. Co., 253 pages, ISBN-10: 0835922367.
- Cividini, R., Travan, L., Allegretti, O., 2007. White beech: A tricky problem in drying process. In International Scientific Conference on Hardwood processing, Quebec City, Canada.
- Çamlıbel, O., Ayata, Ü., 2023a. İhlamur (*Tilia tomentosa* - Moench.) odununda ağartma uygulaması, Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 20-22 Ekim 2023, Manila, Filipinler.
- Çamlıbel, O., Ayata, Ü., 2023b. Ahşap ağartıcı kimyasallarının ekop (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında uygulanması, Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 20-22 Ekim 2023, Manila, Filipinler.
- Fink, S., 1992. Transparent wood - A new approach in the functional study of wood structure. *Holzforchung*, 46(5), 403-408. DOI: 10.1515/hfsg.1992.46.5.403.
- Fu, Q., 2018. Wood nanotechnologies for transparency, fire retardancy and liquid separation, Doctoral dissertation, Royal Institute of Technology.
- Guibal, D., Cerre, J.-C., Gérard, J., Paradis, S., 2017. Tropical Timber Atlas: Technological characteristics and uses: Quae 1002 p.
- Gürleyen, L., Tonguç, F., Ergül, H.A., Ayata, Ü., 2022. Batı kırmızı sediri, kırmızı Amerikan meşesi, lati ve movingui ağaç türlerinde shore D sertlik değerlerinin ve yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin araştırılması, Gece Kitaplığı Yayınevi, Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, Editör: Doç. Dr. Ümit AYATA, Bölüm Sayfaları: 233-256. ISBN: 978-625-430-565-8.
- ISO 2813, 1994. Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813, 2014. Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 554, 1976. Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Kirk, R. E., Othmer, D. F., Kroschwitz, J. I., Howe-Grant, M., 1991. Encyclopedia of Chemical Technology (Vol. 10). Wiley.
- Lange, D.R., 1999. Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Lindholm, C., Jäkärä, J., Mårtens, H., 2009. Bleaching of mechanical pulps, In Mechanical Pulping (pp. 360-398). Helsinki, Finland: Paper Engineers' Association.
- Matah Marte, V.M., Ateufack, G., Mbiantcha, M., Atsamo, A.D., Adjouzem, C.F., Djuichou Nguemngang, S.F., Tsafack, E.G., Nana, W.Y., Madjo Kouam, Y.K., Ngoufack Azanze, E., 2020. Methanolic extract of *Distemonanthus benthamianus* (caesalpinaceae) stem bark suppresses ethanol/indomethacin-induced chronic gastric injury in rats. *Gastroenterology Research and Practice*, 1-14. DOI: 10.1155/2020/8180323.
- Osamudiamen, P.M., Aiyelaagbe, O.O., Vaid, S., Saxena, A.K., 2018. Comparative evaluation of the anti-cancer activities of the crude extracts of four Nigerian chewing sticks, *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 8(3), 201-207. DOI: 10.1080/22311866.2018.1483268.
- Osoka, E.C., Anusi, M.O., Obijiaku, J.C., 2019. Extraction of oxalic acid from bark of Mangrove. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(6), 1523-1525.
- Peker, H., 2023a. Canelo (*Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst.) ahşabında ağartma uygulamaları, ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan, 165-174.
- Peker, H., 2023b. Lotofa (*Sterculia rhinopetala*) odununda tek ve çift bileşenli ağartıcılarının uygulanması, ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan, 173-182.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Gürleyen, L., Çamlıbel, O., 2023. İç ve dış mekânlara ait tasarımlarda kullanılan izombé (*Testulea gabonensis*) ahşabında farklı ahşap ağartıcı kimyasallarının uygulanması, 2. Uluslararası Kültür, Sanat ve İletişim Sempozyumu (UKSANİL 2), Bayburt, 15-17 Aralık 2023.
- Peker, H., Ayata, Ü., 2023. Olon (*Zanthoxylum heitzii*) odununun bazı yüzey özellikleri üzerine ağartıcı kimyasalların etkileri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 6(2).
- Peker, H., Ulusoy, H., 2023. Ahşap ağartıcı kimyasalları uygulanmış yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, 8. Asya Pasifik Uluslararası Modern Bilimler Kongresi, 11-12 Eylül 2023, Delhi, India, 464-465.
- Ruiz, F.J., Agell, N., Angulo, C., Sánchez, M., 2012. A qualitative learning system for human sensory abilities in adjustment tasks, In 26th International workshop on qualitative reasoning At: Playa Vista, California, Estados Unidos de América.
- Saha, J.B.T., Abia, D., Dumarcay, S., Ndikontar, M.K., Gérardin, P., Noah, J.N., Perrin, D., 2013. Antioxidant activities, total phenolic contents and chemical compositions of extracts from four cameroonian woods: padouk (*Pterocarpus soyauxii* Taubb), tali (*Erythrophleum suaveolens*), moabi (*Baillonella toxisperma*), and movingui (*Distemonanthus benthamianus*), *Industrial Crops and Products*, 41(1), 71-77. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.04.012.
- Shukla, S.R., Kamdem, D.P., 2010. Dimensional stability of nine tropical hardwoods from Cameroon, *Journal of Tropical Forest Science*, 22(4), 389-396.
- Sima-Obiang, C., Ngoua-Meye-Misso, R.L., Ndong-Atome, G.R., Ondo, J.P., Obame Engonga, L.C., Nsi-Emvo, E., 2019. Phytochemical analyses, antimicrobial and antioxidant activities of stem bark extracts of *Distemonanthus benthamianus* H. Baill. and fruit extracts of *Solanum torvum* Sw. from Gabon. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 9(5), 209-216. DOI: 10.4103/2221-1691.259001.
- Suess, H.U., 2009. Bleaching, *Restaurator*, pp. 245-279.
- Şen, S., Yalçın, M., 2010. Türkiye denizlerinde bazı tropik ve yerli ağaç türlerinde oluşan tahribatın incelenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, Türkiye, Cilt: IV, Sayfa: 1631-1638.
- Zaremski, A., Ducousso, M., Domergue, O., Fardoux, J., Rangin, C., Fouquet, D., Joly, H., Sales, C., Dreyfus, B., Prin, Y., 2005. In situ molecular detection of some white-rot and brown-rot basidiomycetes infecting temperate and tropical woods. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(5), 1256-1260. DOI: 10.1139/X05-056.



Determination of Liquefaction Potential Using SPT Test Data for the Kızılırmak Settlement Area in Sivas Province

Hacı Bekir Kara^{1,a}, Esra Erdem^{2,b,*}

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey

²Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erciyes University, Kayseri, Turkey

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 12/07/2023

Accepted: 12/10/2023

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

From a geological point of view, the presence of young formed and moving plates constitutes the reality of the earthquake in our country. Earthquakes can cause damage to structures as well as decrease in bearing power and high deformations on their floors. This situation adversely affects even reliably designed and built structures. One of the biggest problems that occur on the ground because of earthquakes is liquefaction. In this study, the liquefaction potential of the Kızılırmak settlement area of Sivas province will be evaluated. The points examined are located around Kızılırmak, the groundwater level is high, it is very important to evaluate it in terms of liquefaction as it may be affected by earthquakes that may occur on the North Anatolian Fault Line or in the surrounding provinces. In the study, laboratory and terrain characteristics of the ground obtained by SPT experiment were determined. Liquefaction potentials were evaluated using scenario earthquakes obtained with empiric expressions. Liquefaction analyses were compared with SPT values obtained from research pits according to the Simplified Method obtained by Seed and Idriss (1971), Tokimatsu and Yoshimi (1983), Iwasaki et al. (1981) and Turkish Building Earthquake Regulation (TBER-2018).

Keywords: Liquefaction, Earthquake, SPT, TBER 2018, Seed and Idriss (1971)

Sivas İli Kızılırmak Yerleşim Bölgesinin SPT Deneyi Verileri ile Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesi

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 12/07/2023

Kabul: 12/10/2023

ÖZ

Jeolojik açıdan bakıldığında genç oluşumlu ve hareketli levhaların varlığı ülkemizdeki deprem gerçeğini oluşturmaktadır. Depremler yapılar üzerinde hasar bırakabildiği gibi zeminlerinde de taşıma gücünün azalmasına ve yüksek deformasyonlara yol açabilmektedir. Bu durum güvenilir olarak tasarlanan ve inşa edilen yapıları bile olumsuz olarak etkilemektedir. Deprem etkisiyle zeminde oluşan en büyük sorunlardan biri de sıvılaşmadır. Bu çalışma içeriğinde Sivas ilinin Kızılırmak yerleşim bölgesinin sıvılaşma potansiyeli değerlendirilecektir. Bu bölgenin Kızılırmak'tan dolayı yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın oluşu, çevredeki faylardan ve özellikle Kuzey Anadolu Fay Hattı'nda veya çevre illerde oluşabilecek depremlerden etkilenebileceğinden dolayı sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmada; arazide yapılan SPT deneylerinden ve alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçlarından faydalanılmıştır. Ampirik ifadeler ile elde edilen senaryo depremleri kullanılarak bölgenin sıvılaşma potansiyeli; farklı araştırmacılar tarafından önerilen yöntemlerle Seed ve Idriss (1971), Tokimatsu ve Yoshimi (1983), Iwasaki vd. (1981) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'e göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıvılaşma, SPT, Deprem, TBDY 2018, Seed ve Idriss (1971)

^a hbkara@erciyes.edu.tr

^b 0000-0002-6466-0281

^b erdemesra@gmail.com

^b 0000-0002-6466-0281

How to Cite: Kara H, Erdem E. (2023) Determination of Liquefaction Potential Using SPT Test Data for the Kızılırmak Settlement Area in Sivas Province, Journal of Science and Technology, 2(2): 80-91.

Giriş

Yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirine sürtünme, itme hareketleri sonucu oluşan enerjinin boşalması ile depremler meydana gelmektedir. Deprem esnasında oluşan gerilmeler levhaların dayanımını aşması durumunda ise levhalar üzerinde kırılmalar ve fay kırıkları meydana gelmektedir. Ülkemizde yer alan, yerkabuğundaki kırılmalar sonucu oluşan fay hatları ve fay bölgelerinde ağır hasar veren depremler meydana getirmektedir. Deprem sonucu oluşan yıkıcı etkileri önlemek adına yeterli önlemler alınmadığı takdirde can ve mal kaybı ile milli ekonomi bu durumdan olumsuz olarak etkilenmektedir.

Ülkemizde; Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF), Doğu Anadolu Fay Hatları (DAF) ile Batı Anadolu (BAF) ve İç Anadolu Fay Bölgeleri gibi aktif ve etkin deprem potansiyeli içeren yerler bulunmaktadır. Deprem yapıları etkilediği kadar zeminler üzerinde de olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Deprem zeminlerde oluşturduğu en tehlikeli sorunlardan biri sıvılaşmadır. Sıvılaşma; deprem etkisi ile veya büyük titreşimler sonucu oluşan tekrarlı gerilmeler altında doygun zeminlerin boşluk suyu basıncının artmasına bağlı olarak kayma mukavemetinde ve zeminin taşıma kapasitesinin azalması, yüksek deformasyonların meydana gelmesi hatta bir sıvı gibi davranması olaydır. Sıvılaşma yeteneğine sahip zeminlerde yeraltı su seviyesi yüzeye yakınsa ve yeterli büyüklükte oluşan titreşimler söz konusu ise sıvılaşma sonucu zeminde mukavemet kaybı ve yüksek deformasyonlar büyük hasarlara yol açar.

Bu çalışmada; Sivas ili Kızılırmak çevresinde yer alan yerleşim bölgelerinin sıvılaşma potansiyeli arazide yapılan SPT deneyi verilerine dayanan farklı araştırmacıların önerdiği yöntemlerle incelenmiştir. Seed ve Idriss (1971), Tokimatsu ve Yoshimi (1983), Iwasaki vd. (1981) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) analiz yöntemleri kullanılarak 6.0–6.5–7.0 büyüklüğündeki senaryo depremlerine göre karşılaştırmalı olarak bölgenin sıvılaşma potansiyeli belirlenmiştir.

Ülkemizde 18 Mart 2018 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan ve Ocak 2019 itibari ile yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (TBDY 2018) ayrıntılı olarak yer alan sıvılaşma risk analizi yöntemi SPT verilerine dayalı bir analiz yöntemidir. Bu nedenle çalışmada SPT deneyi verilerine bağlı diğer analiz yöntemleri seçilerek hem TBDY 2018’in diğer yöntemlerle karşılaştırması yapılmıştır hem de bölgenin sıvılaşma riski araştırılmıştır.

Sıvılaşma Analizleri

Seed ve Idriss (1971) Basitleştirilmiş Yöntemi

Bu yöntemde; zeminde deprem veya tekrarlı yüklemeler sonucu elde edilen veriler ile çevrimsel gerilme oranı hesaplanır. (Seed vd., 1971)

$$CSR=0.65 \times \frac{a_{maks}}{g} \times \left(\frac{\sigma_{v_0}}{\sigma'_{v_0}} \right) \times r_d \quad (1)$$

Burada,

a_{maks} : Deprem etkisiyle yüzeyde oluşan maksimum yatay yer ivmesi(m/sn²)

g : Yer çekimi ivmesi (m/sn²)

σ_{v_0} : Toplam düşey gerilme (kPa)

σ'_{v_0} : Efektif düşey gerilme (kPa)

$$r_d = \frac{1,000 - 0,4113z^{0.5} + 0,04052z + 0,001753z^{1.5}}{1,000 - 0,4177z^{0.5} + 0,05729z - 0,006205z^{1.5} + 0,001210z^2} \quad (2)$$

ile gösterilmiştir.

Maksimum yer ivmesinin hesabı:

Eşitlik 1’de yer alan a_{maks} , çevrimsel yer hareketlerinin miktarını belirtmektedir. Bu ivme değer önceki deprem ve fay hatlarında dayanarak elde edilmektedir. Maksimum yer ivmesinin hesabında DESRA, SHAKE gibi bilgisayar yazılımları kullanılabileceği gibi literatürde bir çok araştırmacının sönüm denklemlerinde yer almaktadır. Beyaz(2004) zemin etkisinden uzak, maksimum yer ivmesi değeri için 64 lokasyonda yapmış olduğu çalışmalar sonucu Türkiye’ye özel, güvenilir ve güncel bir sönüm denklemi elde etmiştir. (Eşitlik 3). (Beyaz, 2004), (Duman, 2013)

$$\text{Log}a_{maks} = \beta_0 + (\beta_1 \times M^2) + (\beta_2 \times \log(R+1)) \quad (3)$$

Burada,

$$\beta_0 = 2,08; \beta_1 = 2,54 \times 10^{-2}; \beta_2 = -1,001$$

a_{maks} : Verilen denklem kullanarak hesaplanan maksimum yer ivmesi (cm/s²)

M : Moment magnitüd değeri (M_w)

R : Mesafe (km cinsinden) ‘dir.

Çevrimsel direnç oranı ise zeminin SPT verilerinden elde edilen, zeminin sıvılaşma direnci ile ilgili bilgi verir. Eşitlik 4’teki gibi belirlenir.

$$CRR = \left[\frac{1}{34 - N_{1,60f}} + \frac{N_{1,60f}}{135} + \frac{50}{[10 \times N_{1,60f} + 45]^2} - \frac{1}{200} \right] \quad (4)$$

Burada;

$CRR_{7,5}$: 7,5 şiddetindeki deprem için çevrimsel direnç oranı

$(N_1)_{60f}$: %60 enerji iletim oranı ve ince tane oranı düzeltilmesi yapılmış SPT-N değeridir. Eşitlik 5 ile elde edilir.

$$N_{1,60f} = \alpha + \beta \times N_{1,60} \quad (5)$$

Eşitlik 5’te;

$N_{1,60}$:Düzeltilme yapılmış SPT-N değeridir. Eşitlik 6 ile hesaplanır.

$$N_{1,60} = C_E * C_R * C_B * C_S * C_A * C_{BF} * C_C * N_a \quad (6)$$

N_a : Ölçülen SPT-N değeri

C_N : Efektif düşey basınç düzeltme katsayısı

C_R : Tij uzunluğu düzeltme katsayısı

C_S : Numune alma kılıf düzeltme katsayısı

C_B :Sondaj çapı düzeltme katsayısı

C_E : Enerji düzeltme katsayısıdır.

α ve β katsayıları ise Eşitlik (7), (8), (9)’te verilmiştir.

$$IDO \leq \%5 \text{ için } \alpha=0; \beta=1.0 \quad (7)$$

$$\%5 < IDO < \%35 \text{ için } \alpha = \exp\left(1.76 - \frac{190}{(IDO)^2}\right);$$

$$\beta = \left[0,99 + \left(\frac{IDO}{1000} \right)^{1.5} \right] \quad (8)$$

$$IDO \geq 35 \text{ için } \alpha=5.0; \beta=1.2 \quad (9)$$

IDO : İnce dane oranının yüzde cinsinden değeridir.

Güvenlik katsayısı (FS) Eşitlik (10) yardımıyla elde edilir.

$$FS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR} \right) \times MSF \quad (10)$$

Burada,

CSR : Deprem sebebiyle oluşan çevrimsel gerilme oranı

CRR : Çevrimsel direnç oranı

FS : Güvenlik faktörüdür.

$$MSF = 10^{2.24 / M_w^{2.56}} \quad (11)$$

Burada,

MSF : Deprem büyüklüğüne bağlı katsayı

M : Deprem momentinin magnitudü (büyüklüğü)

Eşitlik 10'da yer alan denkleme göre;

FS ≤ 1 ise sivilaşma vardır,

1 < FS ≤ 1,2 ise potansiyel sivilaşma vardır,

FS > 1,2 ise sivilaşma gerçekleşmez (Day, 2002).

Tokimatsu ve Yoshimi (1983)

Tokimatsu ve Yoshimi (1983), çevrimsel gerilme oranı hesaplanırken yer hareketi ivmesi ve yer hareketinin devir sayısı olmak üzere iki veriden faydalanmıştır. (Mollamahmutoğlu ve Babuçu, 2006)

$$CSR = \frac{a_{maks}}{g} \times \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \times r_d \times r_n \quad (12)$$

Burada;

r_d : Gerilme azaltma katsayısı

r_n : Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısıdır.

Tokimatsu ve Yoshimi (1983) gerilme düzeltme katsayısı için Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanır.

$$r_d = 1 - 0,015 \times z \quad (13)$$

Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı ise Eşitlik 14 kullanılarak hesaplanır.

$$r_n = 0,1 \times (M - 1) \quad (14)$$

z derinlik iken, M deprem magnitudüdür.

Tokimatsu ve Yoshimi (1983), çevrimsel direnç oranını ise çalışmalarında zeminin kayma gerilmesi ile rölatif sıklığı arasındaki ilişkiyi faydalanarak Eşitlik 15 'i elde etmişlerdir. Bu hesaplamada SPT-N değerlerini %80 enerji oranına göre belirleyerek kullanmışlardır. (Tokimatsu ve Yoshimi, 1983)

$$CRR = a C_r \times \left[\left(\frac{16 \times \sqrt{(N_1)_{80} + \Delta N_f}}{100} \right) + \left(\frac{16 \times \sqrt{(N_1)_{80} + \Delta N_f}}{c_s} \right)^n \right] \quad (15)$$

Burada;

a = 0.45; n=14; $\Delta N_f = 0$ (temiz kumlar); $\Delta N_f = 5$ (siltli kumlar); $C_r = 0.57$; $C_s = 80-90$ arasında değerler alabilmektedir.

$$(N_1)_{80} = \frac{170}{\sigma'_{v0} + 70} \times N \quad (16)$$

Burada;

$(N_1)_{80}$: %80 enerji oranına göre düzenlenmiş SPT- N değeri

N : Arazi de ölçülen SPT darbe sayısı

$$(N_1)_{80} = N \times C_R \times C_S \times C_B \times C_E \quad (17)$$

Burada;

C_E : Enerji oranı düzeltme katsayısıdır. ($C_E = 0,56$ olarak hesaplanmıştır.)

Tokimatsu ve Yoshimi (1983) analiz yönteminde ince tane oranına bağlı olarak belirlenen ince tane oranı düzeltme katsayıları Çizelge 1'de yer almaktadır.

Güvenlik sayısı (FS) aşağıdaki denklem ile hesaplanarak sivilaşma potansiyelleri elde edilir.

$$FS = \left(\frac{CRR_{7.5}}{CSR} \right) \quad (18)$$

Iwasaki vd. (1981)

Iwasaki vd. (1981) geliştirmiş olduğu çevrimsel gerilme oranı Eşitlik 19 ile hesaplanır. (Mollamahmutoğlu vd., 2006)

$$CSR = \frac{a_{maks}}{g} \times \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \times r_d \quad (19)$$

Gerilme azaltma katsayısı (r_d) Iwasaki vd. (1978) tarafından Eşitlik 20'deki gibi hesaplanır.

$$r_d = 1 - 0,015 \times z \quad (20)$$

z metre cinsinden sondaj kuyusu derinliğini temsil eder.

Iwasaki vd. (1981), devrimsel direnç oranının hesabını drenajsız basit kesme kutusu deneyinin sonuçlarından yararlanarak belirlemişlerdir. Bu hesap yönteminde SPT-N değerleri ve D_{50} ortalama çap değerleri bir arada kullanılır. Ortalama çap değerinin bilinmediği durumlarda ise zemin sınıfına göre Çizelge 2'den faydalanarak analiz yapılabilir.

Çizelge 1. ΔN_f 'in İnce Tane Oranı Oranına Göre Hesaplanması (Mollamahmutoğlu ve Babuçu, 2006)

Table 1. Calculation of ΔN_f According to the Fine Grain Ratio (Mollamahmutoğlu and Babuçu, 2006)

İnce Tane Oranı(%)	ΔN_f
0-5	0
5-10	ITO(%)-5
10-	0,1×ITO+4

Çizelge 2. Farklı Zemin Türleri İçin Birim Hacim Ağırlıkları ve Ortalama Tane Çapı (Iwasaki, 1981)

Table 2. Unit Volume Weights and Average for Different Floor Types Grain Diameter (Iwasaki, 1981)

Zemin Sınıfı	Doğal Birim Ağırlığı (kN)/m ³	Ortalama Tane Çapı D_{50} (mm)
Yüzey zemini	17,0	0,020
Silt	17,5	0,025
Kumlu silt	18,0	0,040
Çok ince kum	18,5	0,100
İnce kum	19,5	0,150
Orta kum	20,0	0,350
İri kum	20,0	0,600
Çakıl	21,0	2,000

Çevrimsel direnç oranı ise belirli aralıklar arasındaki ortalama çap değerlerine göre Eşitlik 21 ve Eşitlik 22 kullanılarak hesaplanır.

$0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6 \text{ mm}$ için

$$DDO_{7,5} = 0,0882 \times \sqrt{\frac{N}{\sigma_{v_0}^{+0,7}}} + 0,225 \times \log \frac{0,35}{D_{50}} \quad (21)$$

$0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5 \text{ mm}$ için;

$$DDO_{7,5} = 0,0882 \times \sqrt{\frac{N}{\sigma_{v_0}^{+0,7}}} - 0,05 \quad (22)$$

Burada;

$CRR_{7,5}$: 7,5 şiddetindeki deprem için çevrimsel direnç oranı

N : Arazi ölçüle SPT-N değeri

σ_{v_0}' : Düşey efektif gerilme (kgf/cm^2)

D_{50} : Ortalama dane çapı (mm)

Güvenlik katsayısı (FS) Eşitlik (23) yardımıyla elde edilir.

$$FS = \left(\frac{CRR_{7,5}}{CSR} \right) \times MSF \quad (23)$$

$$MSF = 10^{2,24} / M_w^{2,56} \quad (24)$$

Eşitlik 10'da yer alan denkleme göre;

$FS \leq 1$ ise sivilaşma vardır,

$1 < FS \leq 1,2$ ise potansiyel sivilaşma vardır,

$FS > 1,2$ ise sivilaşma gerçekleşmez. (Day, 2002)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Sivilaşma Potansiyeli

Çevrimsel gerilme oranı diğer bir deyişle devrimsel kayma mukavemeti oranı (CRR) Eşitlik 25 ile hesaplanır. Bu denklemden kayma mukavemeti oranı 7,5 büyüklüğündeki deprem için hesaplanmıştır.

$$CRR = \left[\frac{1}{34 - N_{1,60f}} + \frac{N_{1,60f}}{135} + \frac{50}{[10 \times N_{1,60f} + 45]^2} - \frac{1}{200} \right] \quad (25)$$

$N_{1,60f}$ değeri 34 olduğunda devrimsel gerilme oranı tanımsız olacağı için ince tane oranına göre düzenlenmiş SPT-N değerinin $N_{1,60f} \geq 34$ olduğu durumda sivilaşma hesabı yapılmaz.

Arazide ölçülen SPT-N değerinin örtü gerilme düzeltmesi, tij uzunluğu, enerji oranı gibi düzeltmelerin yanında zeminin ince tane oranına göre düzeltilmesi için Eşitlik 26 kullanılır.

$$(N_1)_{60f} = \alpha + \beta \times (N_1)_{60} \quad (26)$$

Burada;

$(N_1)_{60f}$: Düzeltilmiş SPT-N değeri

α ve β katsayıları ince dane oranı yüzdesine göre elde edilir. Eşitlik 27, 28 ve 29 kullanılarak belirlenir.

$$IDI \leq \%5 \text{ için } \alpha=0; \quad \beta=1,0 \quad (27)$$

$$\%5 < IDI < \%35 \text{ için } \alpha = \exp\left(1,76 - \frac{190}{(IDI)^2}\right); \quad \beta = \left[0,99 + \left(\frac{IDI}{1000}\right)^{1,5}\right] \quad (28)$$

$$IDI \geq 35 \text{ için } \alpha=5,0; \quad \beta=1,2 \quad (29)$$

Deprem düzeltme katsayısı deprem büyüklüğü kullanılarak Eşitlik 30 ile hesaplanır.

$$C_M = \frac{10^{2,24}}{M_w^{2,56}} \quad (30)$$

Burada;

C_M : Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı

M_w : Tasarım depremi büyüklüğüdür. ($M_w=7,5$ için C_M değeri 1'e eşittir.)

Sivilaşma direnci (τ_R) ise Eşitlik 31 ile hesaplanır. Birimi kPa 'dır.

$$\tau_R = CRR_{M7,5} \cdot C_M \cdot \sigma_{v_0}' \quad (31)$$

Burada;

τ_R : Sivilaşma direnci

Deprem ile meydana gelen kayma gerilmesi Eşitlik 32 ile hesaplanır. Birimi kPa 'dır.

$$\tau_{\text{deprem}} = 0,65 \cdot \sigma_{v_0} \cdot (0,4 \cdot S_{DS}) \cdot r_d \quad (32)$$

Burada;

σ_{v_0} : Sivilaşma hesabı yapılan derinlikteki toplam düşey gerilmeyi,

r_d : Hesabı yapılan derinliğe göre gerilme azaltma katsayısını,

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını ifade eder.

(S_{DS} AFAD'ın sitesinde yer alan sismik tehlike haritasından araştırma bölgesinin koordinatları girilerek elde edilir.)

Gerilme azaltma katsayısı (r_d) araştırılan derinliğe (z) bağlı olarak Eşitlik 33 ile elde edilir.

$$r_d = 1,0 - 0,00765 \cdot z \quad z \leq 9,15 \text{ m}$$

$$r_d = 1,174 - 0,0267 \cdot z \quad 9,15 \text{ m} < z \leq 23,00 \text{ m}$$

$$r_d = 0,744 - 0,008 \cdot z \quad 23,00 \text{ m} < z \leq 30,00 \text{ m}$$

$$r_d = 0,50 \quad z > 30,00 \text{ m} \quad (33)$$

Sivilaşmaya karşı güvenlik katsayısı Eşitlik 34 ile hesaplanır.

$$\frac{\tau_R}{\tau_{\text{deprem}}} \geq 1,10 \quad (34)$$

Burada;

τ_R : Sivilaşma direnci,

τ_{deprem} : Zeminde depremden oluşan ortalama tekrarlı kayma gerilmesini ifade etmektedir. (TBDY, 2018)

Yapılan Çalışmalar

İnceleme Alanının Tanıtılması

Bu çalışma Sivas ili, Merkez ilçesinde Kızılırmak çevresinde bulunan yerleşim bölgelerinde gerçekleştirilmiştir. Sivas ili, $35^\circ - 50^\circ$ ve $38^\circ - 14^\circ$ doğu boylamları ile $38^\circ - 32^\circ$ ve $40^\circ - 16^\circ$ kuzey enlemleri arasında İç Anadolu Bölgesi, Yukarı Kızılırmak Bölümü'nde yer almakla birlikte 28.488 km^2 yüz ölçümü ile ülkemizin en büyük ikinci ilidir.

Kentin jeolojisi genel olarak Milyosen, Pilyosen ve Kuvarterner litolojik birimler yer almaktadır. Hafik Formasyonu (Oligo-Miyosen), Tatlıcak Formasyonu (Orta-Üst Miyosen), İncesu Formasyonu (Pliyosen), Traverten (Kuvaterner), ve Alüvyonlar (Kuvaterner)' dan oluşmaktadır.

Sivas il merkezi ve yakın çevresi Türkiye'de aktif fay hattı olan Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın yaklaşık 80 km uzaklıkta, şehrin güneyinde yer almaktadır. (Avcı vd., 1997)

Arazi Çalışmaları

Bu çalışmada Sivas ili, Merkez ilçesinde Kızılırmak akarsuyu etrafında yerleşime açılan alanların sivilaşma açısından riskli olması nedeniyle inceleme alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanının geoteknik özelliklerini belirlemek için $3,2 \text{ km}^2$ lik bir alanda yapılmış olan ve

derinlikleri 1,5 m ile 20.0 m arasında değişen 19 adet sondaj kuyusundan yararlanılmıştır. Çalışma alanı eğimin % 0 – 10 arasında değiştiği, alüvyon biriminin kalınlığı 10 - 50 m. arasında olduğu bilinmektedir. Bölge genelinde SPT N_{30} değerleri 2 - 26, yer altı suyu seviyesi ise 2.50 – 5.00 m. arasında değişmektedir. Yapılan sondajlar, arazi ve laboratuvar deneyleri sonuçları inceleme bölgesindeki zeminlerin alüvyon (kil-kum-silt-çakıl) birimden oluştuğunu göstermektedir. Ayrıntılı zemin profili bilgileri sondaj loglarında verilmiştir.

Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi Seed ve Idriss (1971)

Bu kısımda daha önce verilen formüller ile SK-1 kuyusunun Basitleştirilmiş Analiz Yöntemi 'ne göre sıvılaşma potansiyeli hesaplanacaktır. Sondaj kuyusu 1'de yapılan arazi deneylerinden elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş numuneler ile yapılan laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre;

- zeminin doğal birim hacim ağırlığı $19,20 \text{ kN/m}^3$,
- doymuş birim hacim ağırlığı 19.39 kN/m^3 ,
- içsel sürtünme açısı 9° ,
- yeraltı su seviyesi ise $4,50 \text{ m}$ olarak bulunmuştur.

Toplam düşey gerilme (σ_{v0}) ve efektif gerilme (σ_{v0}') Eşitlik 35 ve Eşitlik 36'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_{v0} = \gamma_n \times h_1 \quad (35)$$

$$\sigma_{v0}' = \gamma_n \cdot z_w + (\gamma_d - \gamma_w)(z - z_w) \quad (36)$$

Burada;

- γ_n : Zeminin doğal birim hacim ağırlığı
- γ_d : Suyu doymuş zeminin birim hacim ağırlığı
- γ_w : Suyun birim hacim ağırlığı
- z : Zeminin derinliği
- z_w : Zeminin su seviyesidir.

Eşitlik 6' daki formülü kullanarak elde edilen $(N_1)_{60}$ değerleri Çizelge 3'te yer almaktadır. Formülde yer alan tij boyu düzeltme faktörü (C_R) derinliğe bağlı olarak elde edilmiştir. Türkiye'de yapılan Standart Penetrasyon Deneyleri'nde teorik enerjinin % 45'ini ileten bir tokmak kullanılmasından, enerji düzeltme katsayısı (C_E) 0,75 olarak alınmıştır. Derinlik düzeltme katsayıları ise Liao ve Whitman (1986) eşitliği kullanarak hesaplanmıştır. Youd vd.'ye (2001) göre C_N değerleri 1,7 değerini geçemeyeceğinden bu değeri geçmesi sonucunda katsayı yine 1,7 olarak alınmıştır. Numune alma metodu (C_s) katsayısı 1.20, kuyu çapı (C_B) katsayısı ise 1,00 olarak alınmıştır ayrıca SPT-N değerleri için yer altı su seviyesi düzeltmesi yapılmıştır. İnce dane oranı ise Eşitlik 5, 7, 8 ve 9 kullanarak belirlenir. Öncelikle α ve β katsayıları elde edilerek Eşitlik 5'te yerine konulması ile $N_{1.60f}$ değeri bulunur.

İnceleme alanında Seed ve Idriss (1971) tarafından bulunan, Seed vd. (1985) ve Youd vd. (2001) tarafından geliştirilen Basitleştirilmiş Yöntem'ini kullanarak yapılacak hesaplarda sıvılaşma için değerlendirilecek magnitüd değerleri için 6.0, 6.5 ve 7.0 senaryo depremleri uygulanmıştır. Çizelge 4'te senaryo depremleri için beklenen maksimum yer hareketi ivmelerine ve deprem büyüklüğü düzenleme faktörlerine yer verilmiştir.



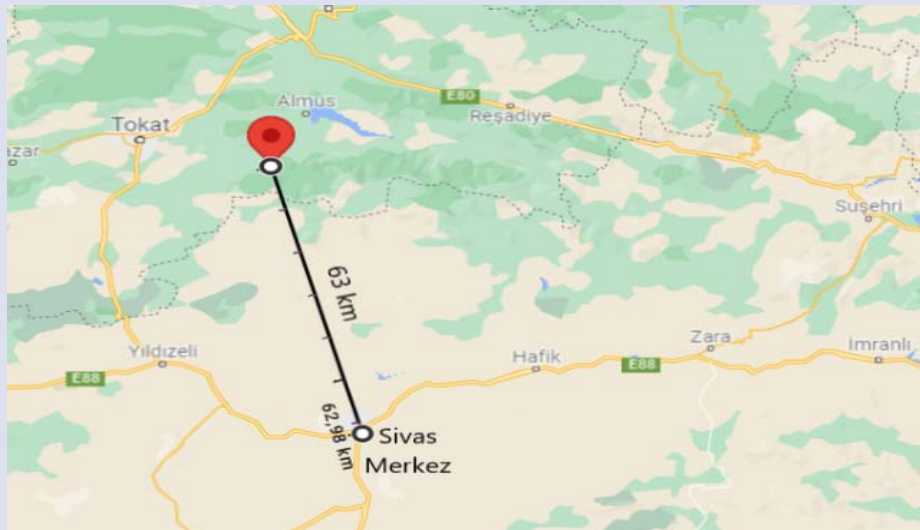
Şekil 1. İnceleme Alanı ve Sondaj Noktaları
Figure 1. Inspection Area and Drilling Points

Çizelge 3. Seed ve Idriss (1971) Yöntemine Göre SK-1 Düzeltme Katsayıları
Table 3. SK-1 Correction Coefficients According to the Seed and Idriss (1971) Method

Derinlik (m)	YASS (m)	SPT-N Arazi	Zemin Tipi	N'	Düşey Toplam Gerilme, σ_{vo} (kN/m ²)	Düşey Efektif Gerilme, σ'_{vo} (kN/m ²)	Derinlik Düzeltme Katsayısı (C _N)	Tij Boyu Düzeltme Katsayısı (C _R)	Düzenlenmiş SPT-N Değeri (N ₁) ₆₀
1,50	4,50	-	-	-	28,80	28,80	-	-	-
3,00	4,50	4	CL	4	57,60	57,60	1,32	0,75	3,56
4,50	4,50	3	CL	3	86,40	86,40	1,08	0,85	2,47
6,00	4,50	3	CL	3	115,20	100,49	0,99	0,95	2,56
7,50	4,50	0	CL	0	144,00	114,57	0,93	0,95	0,00
9,00	4,50	0	CL	0	172,80	128,66	0,88	1,00	0,00
10,5	4,50	5	CL	5	201,60	142,74	0,84	1,00	3,77
12,00	4,50	6	CL	6	230,40	156,83	0,80	1,00	4,31
13,50	4,50	28	SC	21,5	259,20	170,91	0,76	1,00	14,80
15,00	4,50	34	GC	24,5	288,00	185,00	0,73	1,00	16,21
16,50	4,50	39	GC	27	316,80	199,08	0,70	1,00	17,22
18,00	4,50	32	GC	23,5	345,60	213,17	0,67	1,00	14,49
19,50	4,50	42	GC	28,5	374,40	227,25	0,66	1,00	17,02

Çizelge 4. Senaryo Depremleri için Beklenen Maksimum Yer İvmeleri (a_{maks}) ve Deprem Büyüklüğü Düzeltme Faktörleri (MSF)
Table 4. Maximum Expected Ground Accelerations for Scenario Earthquakes (a_{maks}) and Earthquake Magnitude Correction Factors (MSF)

Deprem Büyüklüğü (Mw)	a_{maks} (R=63) km	MSF
6.0	0,153g	1,77
6.5	0,221g	1,44
7.0	0,329g	1,19



Şekil 2. a_{maks} 'in Belirlenmesinde Kullanılan Odak Uzaklığı
Figure 2. Focal Length Used to Determine a_{max}

Bu senaryo deprem büyüklüklerine ait maksimum yer ivmesi (PGA) değerleri için Beyaz (2014) tarafından geliştirilen formül kullanılmıştır. Bu formül için 1916 yılında Tokat'ın Almus ilçesinde meydana gelen 7.1

büyüklüğündeki deprem verileri kullanılmıştır. Bu depremin gerçekleştiği noktanın araştırılan bölgeye olan odak uzaklığı yaklaşık olarak 63 km olarak alınmıştır (Şekil 2).

Maksimum yer ivmesi belirlendikten sonra devrinsel gerilme oranını hesaplamak için Eşitlik (1)' de yer alan gerilme azaltma katsayısı, r_d Eşitlik 2 ile belirlenir. Daha önce elde ettiğimiz $(N_1)_{60f}$ değeri Eşitlik 4'te yerine yazılarak ile devrinsel direnç oranı hesaplanır. Hesaplanan devrinsel direnç oranı, deprem anında oluşan devrinsel gerilme oranına bölünerek sıvılaşmaya karşı güvenlik faktörü hesaplanır. Kullanılan senaryo deprem büyüklükleri 7.5'ten farklı olduğundan dolayı Eşitlik 11 ile magnitüd düzeltme faktörü bulunur ve Eşitlik 10 ile güvenlik faktörü hesaplanır (Çizelge 5).

Güvenlik faktörünün 1 ve 1'den küçük olduğu durumlarda sıvılaşmanın mevcut olduğu; 1 ile 1,2 arasında potansiyel sıvılaşmanın var olduğu; 1,2'den büyük olduğu durumlarda ise sıvılaşmanın mevcut olmadığı kabul edilmiştir.

Tokimatsu ve Yoshimi (1983)

Bu yöntemde SPT-N değerlerinin düzeltilmesi için Eşitlik 6'daki formül kullanarak elde edilen $(N_1)_{60}$ değerleri

Çizelge 6'da yer almaktadır. Burada yer alan tij boyu düzeltme faktörü (C_R) derinlik esas alınarak belirlenmiştir. Standart Penetrasyon Deneylemlerinde teorik enerjinin % 80'ini iletildiği varsayılarak enerji düzeltme katsayısı $C_E=45/80=0,56$ olarak alınmıştır. Derinlik düzeltme katsayılarının hesabında ise Liao ve Whitman (1986) eşitliğinden faydalanılmıştır. Youd vd.'ye (2001) göre C_N değerleri 1,7'den büyük olmaması gerekir. Bu değer 1,7'yi geçmesi durumunda katsayı yine 1,7 alınmıştır. C_S katsayısı 1.20, C_B katsayısı ise 1.00 olarak alınmıştır. Ayrıca SPT-N değerleri için yeraltı su seviyesi düzeltmesi yapılmıştır.

Daha önce gösterildiği üzere devrinsel gerilme oranı Eşitlik 12 kullanarak hesaplanır. Basitleştirilmiş Analiz formülünden farklı olarak ise deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı, r_n kullanılır. Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı Eşitlik 14 ile hesaplanır. Devrinsel direnç oranı ise Eşitlik 15 ile elde edilir. Son olarak güvenlik katsayısı Eşitlik 18 kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. Seed ve Idriss (1971) Yöntemine Göre SK-1 Analiz Sonuçları

Table 5. SK-1 Analysis Results According to Seed and Idriss (1971) Method

Derinlik (m)	r_d	IDO	α	β	$(N_1)_6$ 0	$(N_1)_{60}$ f	CRR	$CSR_{M=6}$ 6	$CSR_{M=6}$ 5	$CSR_{M=7}$ 0	FS M=6 6	FS M=6. 5	FS M=7 7
1,50	0,989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	0,977	92	5	1,2	3,56	9,27	0,107	0,097	0,140	0,209	1,94	1,10	0,61
4,50	0,966	90	5	1,2	2,47	7,96	0,096	0,096	0,139	0,207	1,76	0,99	0,55
6,00	0,954	89	5	1,2	2,56	8,07	0,097	0,109	0,157	0,234	1,57	0,88	0,49
7,50	0,943	8,0	0,30	1,01	0,00	0,30	0,049	0,118	0,170	0,253	0,73	0,41	0,23
9,00	0,931	15,0	2,50	1,05	0,00	2,50	0,055	0,124	0,180	0,267	0,79	0,44	0,25
10,5	0,894	9,5	0,71	1,02	3,77	4,55	0,069	0,126	0,181	0,270	0,97	0,55	0,30
12,00	0,854	5	0	1	4,31	4,31	0,067	0,125	0,180	0,268	0,95	0,54	0,30
13,50	0,814	3	0	1	14,80	14,80	0,158	0,123	0,177	0,264	2,28	1,28	0,71
15,00	0,774	4,9	0	1	16,21	16,21	0,172	0,120	0,173	0,258	2,55	1,43	0,80
16,50	0,733	4,9	0	1	17,22	17,22	0,183	0,116	0,168	0,249	2,80	1,57	0,87
18,00	0,693	4,9	0	1	14,49	14,49	0,155	0,112	0,161	0,240	2,45	1,38	0,77
19,50	0,653	4,9	0	1	17,02	17,02	0,181	0,107	0,155	0,230	2,99	1,69	0,94

Çizelge 6. Tokimatsu ve Yoshimi (1983) Yöntemine Göre SK-1 Düzeltme Katsayıları
Table 6. SK-1 Correction Coefficients According to Tokimatsu and Yoshimi (1983) Method

Derinlik (m)	YASS (m)	SPT-N Arazi	N'	Düşey Toplam Gerilme (kN/m ²), σ_{vo}	Düşey Efektif Gerilme (kN/m ²), σ'_{vo}	Derinlik Düzeltme Katsayısı (C _N)	Tij Boyu Düzeltme Katsayısı (C _R)	Düzenlenmiş SPT-N Değeri (N ₁) ₈₀
1,50	4,50	-	-	28,80	28,80	-	-	-
3,00	4,50	4	4	57,60	57,60	1,33	0,75	2,69
4,50	4,50	3	3	86,40	86,40	1,07	0,85	1,86
6,00	4,50	3	3	115,20	100,49	0,99	0,95	1,91
7,50	4,50	0	0	144,00	114,57	0,92	0,95	0,00
9,00	4,50	0	0	172,80	128,66	0,86	0,95	0,00
10,5	4,50	5	5	201,60	142,74	0,80	1,00	2,68
12,00	4,50	6	6	230,40	156,83	0,75	1,00	3,02
13,50	4,50	28	21,5	259,20	170,91	0,70	1,00	10,20
15,00	4,50	34	24,5	288,00	185,00	0,66	1,00	10,98
16,50	4,50	39	27	316,80	199,08	0,63	1,00	11,46
18,00	4,50	32	23,5	345,60	213,17	0,60	1,00	9,48
19,50	4,50	42	28,5	374,40	227,25	0,58	1,00	10,95

Çizelge 7. Tokimatsu ve Yoshimi (1983) Yöntemine göre SK-1 Analiz Sonuçları
Table 7. SK-1 Analysis Results According to Tokimatsu and Yoshimi (1983) Method

Derinlik (m)	r _d	IDO	(N ₁) ₈₀	Δn_f	CRR	CSR _{M=6}	CSR _{M=6.5}	CSR _{M=7.0}	FS M=6	FS M=6.5	FS M=7
1,50	0,977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	0,955	92	2,69	13,2	0,195	0,073	0,116	0,189	2,67	1,68	1,04
4,50	0,932	90	1,86	13	0,171	0,071	0,113	0,184	2,40	1,51	0,93
6,00	0,91	89	1,91	12,9	0,166	0,080	0,127	0,206	2,08	1,31	0,81
7,50	0,887	8,0	0,00	3	0,091	0,085	0,136	0,220	1,07	0,67	0,42
9,00	0,865	15,0	0,00	5,5	0,108	0,089	0,141	0,229	1,21	0,76	0,47
10,5	0,842	9,5	2,68	4,5	0,123	0,091	0,145	0,235	1,35	0,85	0,52
12,00	0,82	5	3,02	0	0,059	0,092	0,146	0,238	0,65	0,41	0,25
13,50	0,797	3	10,20	0	0,145	0,092	0,147	0,239	1,57	0,99	0,61
15,00	0,775	4,9	10,98	0	0,145	0,092	0,147	0,238	1,57	0,99	0,61
16,50	0,752	4,9	11,46	0	0,140	0,092	0,145	0,236	1,53	0,96	0,59
18,00	0,73	4,9	9,48	0	0,136	0,091	0,144	0,234	1,51	0,95	0,58
19,50	0,707	4,9	10,95	0	0,133	0,089	0,142	0,230	1,49	0,94	0,58

Iwasaki vd. (1981) yöntemi

SPT-N değerlerinin düzeltilmesi için Eşitlik 6'daki formüller kullanarak elde edilen (N₁)₆₀ değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Burada yer alan tij boyu düzeltme faktörü derinliğe bağlı olarak alınmıştır. Derinlik düzeltme katsayılarının hesabında ise Liao ve Whitman (1986) eşitliğinden faydalanılmıştır. Youd vd.'ye (2001) göre C_N değerleri 1,7'den büyük olmaması gerekir. Geçmesi

durumunda katsayı yine 1,7 alınmıştır. C_s katsayısı 1.20, C_b katsayısı ise 1,00 olarak alınmıştır. Enerji oranı düzeltme katsayısı (C_E), çalışmada kullanılan şahmerdan halatlı ve iki tur sarım tipinde olduğu için enerji iletimi ortalama % 45'tir. Seed ve Idris (1971) yönteminde kullanılabilmesi için %60 enerji oranına göre hesaplanması gerekmektedir bu yüzden C_E = 45/60= 0,75 olarak hesaplanmıştır. SPT-N değerleri için yeraltı su seviyesi düzeltmesi yapılmıştır.

Çizelge 8. Iwasaki vd.1981 Yöntemine Göre SK-1 Düzeltme Katsayıları

Table 8. SK-1 correction coefficients according to Iwasaki et al.1981 Method

Derinlik (m)	YASS (m)	SPT-N Arazi	N'	Düşey Toplam Gerilme (kN/m ²), σ_{vo}	Düşey Efektif Gerilme (kN/m ²), σ'_{vo}	Derinlik Düzeltme Katsayısı (C _N)	Tij Boyu Düzeltme Katsayısı (C _R)	Düzenlenmiş SPT-N Değeri (N ₁) ₆₀
1,50	4,50	-	-	28,80	28,80	-	-	-
3,00	4,50	4	4	57,60	57,60	1,32	0,75	3,56
4,50	4,50	3	3	86,40	86,40	1,08	0,85	2,47
6,00	4,50	3	3	115,20	100,49	1,00	0,95	2,56
7,50	4,50	0	0	144,00	114,57	0,93	0,95	0,00
9,00	4,50	0	0	172,80	128,66	0,88	1,00	0,00
10,5	4,50	5	5	201,60	142,74	0,84	1,00	3,77
12,00	4,50	6	6	230,40	156,83	0,80	1,00	4,31
13,50	4,50	28	21,5	259,20	170,91	0,76	1,00	14,80
15,00	4,50	34	24,5	288,00	185,00	0,74	1,00	16,21
16,50	4,50	39	27	316,80	199,08	0,71	1,00	17,22
18,00	4,50	32	23,5	345,60	213,17	0,68	1,00	14,49
19,50	4,50	42	28,5	374,40	227,25	0,66	1,00	17,02

Çizelge 9. Iwasaki vd.1981 Yöntemine Göre SK-1 Analiz Sonuçları

Table 9. SK-1 Analysis Results According to Iwasaki et al.1981 Method

Derinlik (m)	rd	(N ₁) ₆₀	CRR	CSR _{M=6}	CSR _{M=6.5}	CSR _{M=7.0}	FS M=6	FS M=6.5	FS M=7
1,50	0,977	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	0,955	3,56	0,311	0,146	0,211	0,314	3,77	2,12	1,18
4,50	0,932	2,47	0,241	0,143	0,206	0,307	3,00	1,69	0,94
6,00	0,91	2,56	0,233	0,160	0,231	0,343	2,59	1,46	0,81
7,50	0,887	0,00	0,093	0,171	0,246	0,367	0,97	0,54	0,30
9,00	0,865	0,00	0,093	0,178	0,257	0,382	0,93	0,52	0,29
10,5	0,842	3,77	0,236	0,182	0,263	0,391	2,30	1,29	0,72
12,00	0,82	4,31	0,239	0,184	0,266	0,396	2,29	1,29	0,72
13,50	0,797	14,80	0,352	0,185	0,267	0,398	3,37	1,90	1,05
15,00	0,775	16,21	0,354	0,185	0,267	0,397	3,39	1,91	1,06
16,50	0,752	17,22	0,352	0,183	0,264	0,394	3,40	1,92	1,06
18,00	0,73	14,49	0,323	0,181	0,262	0,389	3,15	1,78	0,99
19,50	0,707	17,02	0,334	0,178	0,257	0,383	3,32	1,87	1,04

Daha önce bahsedildiği gibi devrinsel gerilme oranı Eşitlik 19'da verildiği gibi hesaplanır. Bu formülde geçen gerilme azaltma katsayısı derinliğe bağlı olarak Eşitlik 20 ile elde edilir. devrinsel direnç oranı ortalama tane çapına değerine göre Eşitlik 21 ve 22 denklemlerinden uygun olanı

seçilerek belirlenir. Ortalama dane çapı ise zeminin birim hacim ağırlığına bağlı olarak Çizelge 2'den alınır. (Doğal birim hacim ağırlığı 19,2 olduğundan ortalama tane çapı D₅₀ =0,135 mm olarak alınır.)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Sıvılaşma Potansiyeli

Bu analiz yönteminde SPT-N değerlerinin düzeltilmesi için Eşitlik 6'daki formül kullanarak elde edilen $(N_1)_{60}$ değerleri Çizelge 10'da verilmiştir. Burada yer alan t_{ij} boyu düzeltme (C_R) faktörü derinliğe bağlı olarak belirlenmiştir. Türkiye'de yapılan Standart Penetrasyon Deneyleri'nde teorik enerjinin %45'ini ileten bir tokmak kullanıldığından enerji düzeltme katsayısı $C_E=0,75$ olarak alınmıştır. Derinlik düzeltme katsayıları ise Liao ve Whitman (1986) eşitliği ile hesaplanmıştır. Youd vd.'ye (2001) göre C_N değerleri 1,7'den büyük olmaması gerekir geçmesi durumunda katsayı yine 1,7 alınmıştır. C_S katsayısı 1.20, C_B katsayısı ise 1,00 olarak alınmıştır. SPT-N değerleri için yer altı su seviyesi düzeltilmesi yapılmıştır.

TBDY 2018 analiz yöntemine göre sıvılaşma direnci (τ_R) Eşitlik 31 ile, formülde geçen devirsel direnç oranı Eşitlik 25 ile hesaplanır. İnce dane oranı ise Eşitlik 26, 27, 28 ve 29'de yer alan formüller ile belirlenir. Öncelikle α ve β katsayıları elde edilerek Eşitlik 26 kullanılarak $N_{1,60f}$ değeri bulunur. Sıvılaşma

direncinde geçen bir diğer parametre olan deprem düzeltme katsayısı C_M ise Eşitlik 30 ile hesaplanır.

Deprem düzeltme katsayısı aşağıda verilmiştir.

$$C_M = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}}$$

M_w : Tasarım depreminin moment büyüklüğüdür

$M_w = 6.0$ için $C_M = 1.77$

$M_w = 6.5$ için $C_M = 1.44$

$M_w = 7.0$ için $C_M = 1.19$

S_{DS} , kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ise inceleme alanının koordinatları ile

AFAD'ın sitesinden $S_{DS} = 0,789$ olarak belirlenmiştir.

Deprem ile meydana gelen kayma gerilmesi Eşitlik 32 ile hesaplanır. Bu eşitlikte bulunan σ_{v0} , sıvılaşma değerlendirilmesi yapılan derinlikteki toplam düşey gerilmeyi; r_d , ilgili derinlikteki gerilme azaltma katsayısını Eşitlik 33 ile hesaplanır. Güvenlik faktörü ise Eşitlik 34 kullanılarak ise yani sıvılaşma direncinin, deprem kayma gerilmesine bölünmesiyle elde edilir. SK-1 sondaj kuyusu sıvılaşma potansiyelleri aşağıda Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 10. TBDY 2018 Deprem Yönetmeliğine göre SK-1 Düzeltme Katsayıları

Table 10. TBDY SK-1 Correction Coefficients according to 2018 Earthquake Regulation

Derinlik (m)	YASS (m)	SPT-N Arazi	N'	Düşey Toplam Gerilme (kN/m^2), σ_{v0}	Düşey Efektif Gerilme (kN/m^2), σ'_{v0}	Derinlik Düzeltme Katsayısı (C_N)	Tij Boyu Düzeltme Katsayısı (C_R)	Düzenlenmiş SPT-N Değeri ($(N_1)_{60}$)
1,50	4,50	-	-	28,80	28,80	-	-	-
3,00	4,50	4	4	57,60	57,60	1,29	0,75	3,48
4,50	4,50	3	3	86,40	86,40	1,05	0,85	2,41
6,00	4,50	3	3	115,20	100,49	0,98	0,95	2,50
7,50	4,50	0	0	144,00	114,57	0,91	0,95	0,00
9,00	4,50	0	0	172,80	128,66	0,86	1,00	0,00
10,5	4,50	5	5	201,60	142,74	0,82	1,00	3,68
12,00	4,50	6	6	230,40	156,83	0,78	1,00	4,22
13,50	4,50	28	21,5	259,20	170,91	0,75	1,00	14,48
15,00	4,50	34	24,5	288,00	185,00	0,72	1,00	15,85
16,50	4,50	39	27	316,80	199,08	0,69	1,00	16,84
18,00	4,50	32	23,5	345,60	213,17	0,67	1,00	14,17
19,50	4,50	42	28,5	374,40	227,25	0,65	1,00	16,64

Çizelge 11. TBDY 2018 Deprem Yönetmeliğine göre SK-1 Analiz Sonuçları

Table 11. TBDY 2018 SK-1 Analysis Results According to Earthquake Regulation

Derinlik (m)	r_d	IDO	A	β	$(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60f}$	CRR	τ_R (kN/m^2) M=6.0	τ_R (kN/m^2) M=6.5	τ_R (kN/m^2) M=7.0	τ_{deprem} (kN/m^2)	FS M=6.0	FS M=6.5	FS M=7.0
1,50	0,989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	0,977	92	5	1,2	3,48	9,18	0,106	10,80	8,79	7,26	11,56	0,93	0,76	0,63
4,50	0,966	90	5	1,2	2,41	7,90	0,095	14,54	11,83	9,77	17,14	0,85	0,69	0,57
6,00	0,954	89	5	1,2	2,50	8,00	0,096	17,07	13,88	11,47	22,57	0,76	0,62	0,51
7,50	0,943	8,0	0,30	1,01	0,00	0,30	0,049	9,85	8,02	6,63	27,89	0,35	0,29	0,24
9,00	0,931	15,0	2,50	1,05	0,00	2,50	0,055	12,63	10,28	8,49	33,04	0,38	0,31	0,26
10,5	0,894	9,5	0,71	1,02	3,68	4,47	0,068	17,22	14,01	11,58	37,02	0,47	0,38	0,31
12,00	0,854	5	0	1	4,22	4,22	0,066	18,43	14,99	12,39	40,41	0,46	0,37	0,31
13,50	0,814	3	0	1	14,48	14,48	0,155	46,84	38,11	31,49	43,34	1,08	0,88	0,73
15,00	0,774	4,9	0	1	15,85	15,85	0,169	55,26	44,96	37,15	45,79	1,21	0,98	0,81
16,50	0,733	4,9	0	1	16,84	16,84	0,179	63,13	51,36	42,44	47,70	1,32	1,08	0,89
18,00	0,693	4,9	0	1	14,17	14,17	0,152	57,28	46,60	38,51	49,19	1,16	0,95	0,78
19,50	0,653	4,9	0	1	16,64	16,64	0,177	71,19	57,92	47,86	50,22	1,42	1,15	0,95

Diğer sondaj kuyularının analiz sonuçları SK-1'deki gibi hesaplanarak Çizelge 12'de verilmiştir

Çizelge 12. Diğer Sondaj Kuyularının Analiz Sonuçları

Table 12. Analysis Results of Other Drilling Wells

Sk	Seed Ve Idriss (1971) Yöntemine Göre			Tokimatsu Ve Yoshimi (1983) Yöntemine Göre			Iwasaki Vd.1981 Yöntemine Göre			Tbdy 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre		
	M _w =6. 0	M _w =6. 5	M _w =7. 0	M _w =6. 0	M _w =6. 5	M _w =7. 0	M _w =6. 0	M _w =6. 5	M _w =7. 0	M _w =6. 0	M _w =6. 5	M _w =7. 0
Sk -1	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -2	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var
Sk -3	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -4	Var	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -5	Yok	Var	Var	Yok	Risk	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var
Sk -6	Var	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -7	Risk	Var	Var	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -8	Var	Var	Var	Yok	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -9	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -10	Var	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -11	Var	Var	Var	Risk	Var	Var	Yok	Risk	Var	Var	Var	Var
Sk -12	Yok	Var	Var	Yok	Var	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -13	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -14	Yok	Var	Var	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var
Sk -15	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var
Sk -16	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -17	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Risk	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -18	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Sk -19	Risk	Var	Var	Yok	Var	Var	Yok	Risk	Var	Var	Var	Var

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma Sivas ili Kızılırmak çevresinde yer alan Üçlerbey Mahallesi, Kızılırmak Mahallesi ve Kılavuz Mahallesi'nin zeminlerinin senaryo depremleri etkisi altında sivilaşma potansiyellerini elde etmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında; 3.2 km² alanın içinde, inceleme derinliği 1,5 - 19,5 m arasında değişen 19 adet sondaj logları kullanılarak Seed ve Idriss (1971), Tokimatsu ve Yoshimi (1983) ve Iwasaki vd. (1981) ve TBDY-2018 sivilaşma analizleri $M_w=6.0$, $M_w=6.5$ ve $M_w=7.0$ senaryo deprem büyüklüklerine göre sivilaşma potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Çalışma alanı Kızılırmak boyunca çökelmiş kum, kil, silt ve çakıl alüvyon birikintilerinden oluşmakta ve YAS seviyesi 1,5-6 m arasında değişmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları:

Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılan analizlerde, 6,0 büyüklüğündeki senaryo depremde SK-1, SK-4, SK-6, SK-8, SK-9, SK-10, SK-11, SK-16 ve SK-18 sondaj kuyularında sivilaşma tespit edilmiştir. SK-2, SK-3, SK-7, SK-13, SK-15 SK-17 ve SK-19'da sivilaşma riski görülmemiştir. 6,5 büyüklüğündeki depremde ve 7,0 büyüklüğündeki senaryo depremde tüm sondaj kuyularında sivilaşmanın varlığı söz konusudur.

Tokimatsu ve Yoshimi (1983) yöntemine göre yapılan analizlerde, 6,0 büyüklüğündeki depremde SK-1, SK-9, SK-16, SK-18 sondaj kuyularında sivilaşma belirlenmiştir. SK-4, SK-6, SK-7, SK-10, SK-11 sondaj kuyularında sivilaşma riski varken, 6,5 büyüklüğündeki depremde ve 7,0 büyüklüğündeki senaryo depremde tüm sondaj kuyularında sivilaşmanın varlığı söz konusudur.

Iwasaki vd. (1981) yöntemine göre yapılan analizlerde 6,0 büyüklüğündeki depremde SK-1, SK-4, SK-6, SK-10, SK-13, SK16, SK18 sondaj kuyularında sivilaşma; SK-3, SK-8, SK-9, SK-17 sondaj kuyularında sivilaşma riski tespit edilmiştir. 6,5 büyüklüğündeki depremde SK-1, SK-3, SK-4, SK6, SK-7, SK-8, SK-9, SK-10, SK-12, SK-13, SK-16, SK-16, SK-17 ve SK-18 sondaj kuyularında sivilaşma; SK-11 ve SK-19 kuyularında ise sivilaşma riski tespit edilmiştir. 7,0 büyüklüğündeki senaryo depremde tüm sondaj kuyularında sivilaşmanın varlığı söz konusudur.

TBDY 2018 Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılan analizlerde 6, 6,5 ve 7,0 büyüklüğündeki depremlerde tüm sondaj kuyularında sivilaşma tespit edilmiştir. (Çizelge 12)

Çalışmada dört ayrı analiz yöntemine göre hesaplanan güvenlik faktörü değerleri farklılık göstermektedir. Bunun sebebi hesaplamalarda kullanılan CSR için hemen hemen benzer formüller kullanılırken formüllerde geçen gerilme azaltma katsayısı ve magnitüd düzeltme katsayısı farklılık göstermektedir. Aynı zamanda CRR için araştırmacılar farklı formüller önermişlerdir. Ayrıca Seed ve Idriss (1971)

ve TBDY (2018) hesaplamaları her ne kadar aynı olsa da kullanılan maksimum yer ivmesinin farklılık göstermesi nedeniyle sonuçlarda yine yer yer farklılık göstermektedir.

Genel olarak sivilaşma analizlerinin güvenlik faktörü değerleri incelendiğinde, Seed ve Idriss (1971) ve Tokimatsu ve Yoshimi (1983) tarafından önerilen analiz yöntemleri birbirine daha yakın sonuçlar verdiği görülürken, Iwasaki vd. (1981) yönteminde elde edilen güvenlik faktörü değeri Seed ve Idriss (1971) ve Tokimatsu ve Yoshimi (1983) yöntemlerine göre güvenlik faktörü değeri yer yer daha büyük çıkmıştır. TBDY 2018 Deprem Yönetmeliği'ne göre ise güvenlik faktörü değeri diğer yöntemlerden daha düşük sonuçlar vermiştir.

Bu araştırma sonucunda Sivas ili Kızılırmak çevresinde suya doymuş zeminler sivilaşma açısından riskli olarak belirlenmiştir. Bu bölgelerde inşaa edilecek yapıların da zemin açısından risk altında olacağı sonucuna varılmıştır. Bu gibi suya doymuş zeminler için saha çalışmaları daha dikkatli olarak yapılmalı, gerektiği takdirde birden fazla analiz yöntemi ile zeminin durumu belirlenmelidir. Analiz sonuçlarına göre ise zemine gerekli iyileştirme çalışmalarının uygulanması gerekir.

Kaynaklar

- Seed, H. B. and Idriss, I. M., 1971. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Div., ASCE, 97, 9, 1249-1273.
- Beyaz, T., 2004. Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duman S. E., 2013. Erzincan İl Merkezi ve Çevresindeki Zeminlerin Standart Penetrasyon Deneyi Verileri Kullanılarak Sivilaşma Potansiyelinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Day, R., W., 2002. Earthquake Engineering Handbook, McGraw-Hill, USA, 600 s.
- Mollamahmutoğlu, M., ve Babuçcu, F., 2006. Zeminlerde Sivilaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri, Gazi Kitabevi, Ankara, 267.
- Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y., 1983. Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-value and Fines Content, Soil and Foundations, 23, 4, 56-74.
- Iwasaki, T., Tokida, K. and Tatsuoka, F., 1981. Soil Liquefaction Potential Evaluation with Use of The Simplified Procedure, International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, 209-214.
- TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Avcı N. vd., 1997. Sivas Kentinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.