

**T.C.**  
**İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ŞEKİL HAFIZALI MALZEME KULLANIMI İLE**  
**KİNETİK CEPHE ELEMANI ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BERK CAN ACET**  
**2000005499**

**Anabilim Dalı: Mimarlık**  
**Program: Mimari Mühendislik**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU**

**EKİM 2023**

**T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ŞEKİL HAFIZALI MALZEME KULLANIMI ile**  
**KİNETİK CEPHE ELEMANI ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Berk Can ACET**

**2000005499**

**Anabilim Dalı: Mimarlık**

**Program: Mimari Mühendislik**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU**

**Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU**

**Dr.Öğr. Üyesi: N. Ömer SAATÇIOĞLU**

**EKİM 2023**

## ÖNSÖZ

Tez ve proje üretim süreçleri boyunca bilgi ve desteğini ile yanımda olan tez danışmanım Prof. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU'na,

Aldığım kararlar ve yürüdüğüm yollarda her zaman beni destekleyen aileme,  
Yüksek Lisans eğitimim ve tez projemin üretimi boyunca yanımda olan İstanbul Kültür Üniversitesi'ne,

Teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2023

Berk Can Acet

Bu tez, İstanbul Kültür Üniversitesi Rektörlüğü Teknoloji ve Proje Destek Birimini'nin desteklediği BAP2216 kodlu “Şekil Hafızalı Malzeme Kullanımı ile Kinetik Cephe Elemanı Önerisi” Lisansüstü Tez Projesi kapsamında hazırlanmıştır.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| KISALTMALAR.....                                                               | vi |
| TABLO LİSTESİ .....                                                            | vi |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                             | vi |
| TÜRKÇE ÖZET .....                                                              | ix |
| YABANCI DİL ÖZET .....                                                         | x  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                 | 1  |
| 1.1. Problemin Belirlenmesi .....                                              | 1  |
| 1.2. Çalışmanın Amacı.....                                                     | 2  |
| 1.3. Yöntem .....                                                              | 3  |
| 2. ŞEKİL HAFIZALI MALZEMELER VE MİMARİ CEPHELERDEKİ KULLANIM ÖRNEKLERİ.....    | 5  |
| 2.1. Şekil Hafızalı Malzemeler .....                                           | 7  |
| 2.2. Şekil Hafızalı Malzemelerin Mimari Cephelerde Kullanım Örnekleri.....     | 13 |
| 2.2.1. Yang ve Benjamin Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2005).....      | 14 |
| 2.2.2. Anshuman Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2006) .....             | 14 |
| 2.2.3. LIFT Architects - Air Flow(er) .....                                    | 15 |
| 2.2.4. Decker ve Yeadon Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı .....            | 17 |
| 2.2.5. Li, Quixk ve Funck Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2016) .....   | 18 |
| 2.2.6. Formentini ve Lenci Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2018).....   | 19 |
| 2.2.7. Yoon Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2019).....                  | 21 |
| 2.2.8. Tafrihi ve Abdel-Rahman Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2018) .. | 22 |
| 2.2.9. Albag vd. Tarafından Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2019) ..... | 24 |

|                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.10. Schneider vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanları (2020) .....                                           | 25        |
| 2.2.11. Yi vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2020).....                                                      | 28        |
| 2.2.12. Vercesi vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2020) .....                                                | 31        |
| 2.2.13. Yi ve Kim Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2021) .....                                                  | 32        |
| <b>2.3. Şekil Hafızalı Malzemelerin Mimari Cephelerde Kullanımına Yönelik Proje Örneklerinin Değerlendirmesi.....</b> | <b>34</b> |
| <b>3. YÜZEY OLUŞTURMA STRATEJİSİ VE RİJİT ORİGAMİ .....</b>                                                           | <b>37</b> |
| <b>3.1. Rijit Origami Kullanım Alanları.....</b>                                                                      | <b>38</b> |
| <b>3.2. Rijit Origami Sistemlerinin Aktifleşmesi .....</b>                                                            | <b>44</b> |
| <b>3.3. Rijit Origami Desenleri ve Katlanma Kuralları.....</b>                                                        | <b>48</b> |
| <b>4. ŞEKİL HAFIZALI MALZEME KULLANIMI İLE KİNETİK CEPHE ELEMANI ÖNERİSİ (TASARIM, ÜRETİM ve ANALİZİ).....</b>        | <b>52</b> |
| <b>4.1. Şekil Hafızalı Malzeme ile Kinetik Cephe Elemanı Tasarımı .....</b>                                           | <b>52</b> |
| <b>4.2. Şekil Hafızalı Malzeme ile Kinetik Cephe Elemanı Üretimi .....</b>                                            | <b>58</b> |
| <b>4.3. Isıl Performans Analizi.....</b>                                                                              | <b>63</b> |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                                                                      | <b>69</b> |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>                                                                                             | <b>74</b> |
| <b>EKLER: .....</b>                                                                                                   | <b>81</b> |

## **KISALTMALAR**

WWF: World Wide Fund for Nature

## TABLO LİSTESİ

Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1:</b> Yi vd. (2020) tarafından yapılan denemelerde sabit gölgelendirme, servo motor ve şekil hafızalı alaşım ile aktifleştirilen sistemlerin gösterdiği sıcaklık ve aydınlanma seviyeleri. | 30 |
| <b>Tablo 2.2:</b> İncelenen projelerin kullanılan malzeme, enerji ihtiyacı ve kullanım amacına göre değerlendirmesi.                                                                                   | 35 |



## ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa No

- Şekil 1.1:** Çalışmanın aşamalarını açıklayan akış diyagramı. 4
- Şekil 2.1:** Martensit – austenit fazların basitleştirilmiş bir gösterimi. 9  
(Otsuka ve Wayman, 1999)
- Şekil 2.2:** Polimerlerde görülen şekil hafızalı yapı; normal hal (a), bozulmuş hal (b), korunmuş hal (c), normal halin geri kazanımı (d) (Fan vd., 2010) 11
- Şekil 2.3:** Yang ve Benjamin tarafından geliştirilen sistemin kontrolünde kullanılan elektronik devre (solda), sistemin farklı kısımlarının aynı anda farklı düzeyde açılmış hali (sağda). (“Interactive "living glass" regulates air quality”, 2022) 14
- Şekil 2.4:** Anshuman tarafından oluşturulan Pixelskin02. 15
- Şekil 2.5:** LIFT tarafından geliştirilmiş dört kanatlı prototip. 16
- Şekil 2.6:** LIFT tarafından geliştirilmiş iki kanatlı prototip. 16
- Şekil 2.7:** LIFT tarafından geliştirilmiş tek kanatlı prototip. 17
- Şekil 2.8:** Decker ve Yeadon tarafından geliştirilen Smartscreen. 18
- Şekil 2.9:** TUB projesinde geliştirilen prototip. 18
- Şekil 2.10:** Formentini ve Lenci (2018) tarafından geliştirilen cephe elemanının açık ve kapalı halleri. 19
- Şekil 2.11:** Formentini ve Lenci (2018) tarafından geliştirilen projede baca etkisinin kullanım şeklini gösteren kesit. 20
- Şekil 2.12:** Yoon (2019) tarafından yapılan denemeler. 21
- Şekil 2.13:** Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018) tarafından üretilen, şekil hafızalı alaşım kullanılmış strüktür. 22
- Şekil 2.14:** Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018) tarafından üretilmiş şekil hafızalı polimer yüzey. 23
- Şekil 2.15:** Albag vd. (2019) tarafından geliştirilen projede kullanılan Miura-Ori origami deseni (solda) ve plaklar arası bağlantı şekli (sağda). 24
- Şekil 2.16:** Albag vd. (2019) tarafından oluşturulan hareketli saçak tasarımı. 25
- Şekil 2.17:** Schneider vd. (2020) tarafından üretilmiş Adaptex Wave prototipi. 26

|                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.18:</b> Schneider vd. (2020) tarafından geliştirilen prototip (solda) ve oluşturulan desenin açık ve kapalı hali (sağda).                                                              | 27 |
| <b>Şekil 2.19:</b> Yi vd. (2020) tarafından 3D yazıcı ile üretilmiş gölgelendirme elemanı ve tasarımında tercih edilen origami deseni.                                                            | 28 |
| <b>Şekil 2.20:</b> 3D yazıcı ile üretilen elemanın üretim aşamaları. (Yi vd. 2020)                                                                                                                | 29 |
| <b>Şekil 2.21:</b> Gölgelendirme elemanının, Nitinol kullanılarak elde edilen, 18.2°C, 21.3°C, 25.6°C ve 32.3°C sıcaklıklarındaki şekil değişimi. (Yi vd., 2020)                                  | 30 |
| <b>Şekil 2.22:</b> Vercesi vd. (2020) şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş olan bir yay aracılığıyla harekete geçirilen gölgelendirme sistemi.                                                      | 31 |
| <b>Şekil 2.23:</b> Vercesi vd. (2020) tarafından üretilen termal kutu (solda) ve deney düzeneği(sağda).                                                                                           | 32 |
| <b>Şekil 2.24:</b> Üç farklı şekil hafızalı malzeme kullanılarak üretilmiş cephe elemanı yüzeyi. (Yi ve Kim, 2021)                                                                                | 33 |
| <b>Şekil 2.25:</b> Yi ve Kim (2021) tarafından üretilen cephe elemanının sıcaklığa bağlı hareketi.                                                                                                | 33 |
| <b>Şekil 3.1:</b> Avila'nın çalışmasında incelenen, bir desende görülebilecek farklı katlanmışlık düzeylerinden bazıları                                                                          | 39 |
| <b>Şekil 3.2:</b> Çalışmanın sonucunda elde edilmiş olan uyarlanabilir strüktür. (Osorio, Paio ve Oliveira, 2014)                                                                                 | 41 |
| <b>Şekil 3.3:</b> Mazucchi tarafından plak kalınlıklarının oluşturduğu zorlamalara çözüm olarak önerilen, Resch katlama deseni baz alınarak tasarlanmış mekanizma. (Mazucchi, 2017)               | 42 |
| <b>Şekil 3.4:</b> Plaklar arasına yerleştirilmiş olan membran bağlantı içerisinde negatif basınç oluşturarak katlanma hareketinin meydana gelmesi sağlanmıştır. (Tachi, Masabuchi, Iwamoto, 2012) | 44 |
| <b>Şekil 3.5:</b> Kirigami ve boşluklu yapının esnek malzeme ile doldurulduğu katlanma deseni örneği. (Cui, Poblete, Zhu, 2018)                                                                   | 47 |
| <b>Şekil 3.6:</b> “Kuş ayağı” barındıran iki katlama örneği. (Abel vd., 2016)                                                                                                                     | 49 |
| <b>Şekil 3.7:</b> Miura-Ori'nin temel parametreleri. (Gattas, Wu ve You, 2015)                                                                                                                    | 50 |
| <b>Şekil 4.1:</b> Tasarımda tercih edilen katlanma deseni ve boyutları.                                                                                                                           | 53 |
| <b>Şekil 4.2:</b> Miura-Ori deseninin çeşitli katlanma seviyeleri.                                                                                                                                | 55 |
| <b>Şekil 4.3:</b> Tasarlanan cephe (gölgelendirme) elemanının örnek bir giydirme cephe sistemi üzerine uygulaması.                                                                                | 57 |

|                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.4:</b> Tasarlanan cephe (gölgelendirme) elemanının çok sayıda uygulanması durumunda açık, yarı açık ve kapalı haldeki görünüş (solda) ve perspektif (sağda) modellemesi. | 58 |
| <b>Şekil 4.5:</b> Tasarım doğrultusunda belirlenmiş olan malzemeler.                                                                                                                | 59 |
| <b>Şekil 4.6:</b> Cephe elemanını yapıya bağlayan ray sistemi.                                                                                                                      | 59 |
| <b>Şekil 4.7:</b> Tasarıma uygun olarak kesilen plakalar.                                                                                                                           | 60 |
| <b>Şekil 4.8:</b> Miura-Ori katlama düzenine uygun şekilde birleştirilen plakalar.                                                                                                  | 61 |
| <b>Şekil 4.9:</b> Sistemin hareketini sağlayan yay çifti.                                                                                                                           | 61 |
| <b>Şekil 4.10:</b> Birleştirilmiş olan cephe elemanı prototipi.                                                                                                                     | 62 |
| <b>Şekil 4.11:</b> 18.9°C - 21.6°C arasında gözlemlenen yer değiştirme.                                                                                                             | 63 |
| <b>Şekil 4.12:</b> “Kontrol birimi” (sağda) ve “Deney Birimi” (solda) olarak hazırlanmış termal kutular                                                                             | 64 |
| <b>Şekil 4.13:</b> Sıcaklık kayıtları alındığı süreçte termal kutuların konumları.                                                                                                  | 64 |
| <b>Şekil 4.14:</b> 31.08.2023 - 03.09.2023 tarihleri arasında kaydedilmiş sıcaklıklar.                                                                                              | 65 |
| <b>Şekil 4.15:</b> 01.09.2023 tarihinde kaydedilmiş sıcaklıklar.                                                                                                                    | 66 |
| <b>Şekil 4.16:</b> 02.09.2023 tarihinde kaydedilmiş sıcaklıklar.                                                                                                                    | 67 |

## TÜRKÇE ÖZET

Her ne kadar kişi başına düşen doğal kaynak harcaması son yüzyılda sabit kalmış olsa da, insan nüfusundaki ciddi miktardaki artış nedeniyle Dünya gezegeni artık insanlığın ihtiyaç duyduğu doğal kaynakları sürdürülebilir seviyelerde sağlayamaz hale gelmiştir. Bu doğal kaynaklar arasında önemli bir yere sahip olan enerji ihtiyacının 40%'ına denk gelen kısmının yapılardan kaynaklanıyor olduğu göz önüne alındığında, yapılarda enerji verimliliğinin artırılması kritik bir konu başlığı haline gelmektedir.

Bu arayışın çözümleri arasında görülebilecek olan kinetik cephe sistemleri, her ne kadar toplam enerji tüketimini azaltmakta olsa da, bu sistemleri oluşturmakta kullanılan reseptör, karar birimi, aktivatör gibi elektronik bileşenler genellikle enerji tüketimine sebep olmaktadır. Bu çalışmada şekil hafızalı malzemelerin bahsedilen enerji tüketimine sebep olmadan kinetik cephe elemanlarının harekete geçirilmesi ve yapı çevresinde meydana gelen değişikliklere yanıt verilebilmesine olanak sağlamaları ele alınmıştır. Bu kapsamda ilk olarak şekil hafızalı malzemeler ve mevcut cephe kullanımları incelenmiş, ardından kinetik bir cephe elemanı oluşturmak adına rijit origami prensipleri ile ne şekilde bir araya getirilebilecekleri üzerinde durulmuştur. Yüksek maliyet ve zor üretimleri göz önüne alındığında, şekil hafızalı malzeme kullanımını optimum düzeyde tutarak, rijit origami prensiplerinden faydalanmak amaçlanmıştır. Önerilen cephe elemanı tasarlanarak, bir prototip üretiminde kullanılmıştır. Üretilen prototipin verimliliğini değerlendirmek için performans analizleri yapılmıştır.

Biri herhangi bir eklemenin yapılmadığı cepheyi temsil eden kontrol birimi, diğeri üretilen prototipin monte edildiği deney birimi olan iki termal kutunun iç ortam sıcaklıkları ve dış ortam sıcaklığının kayıt altına alındığı analizlerde, üretilen cephe elemanının iç ortam sıcaklığını kontrol etmeye yönelik etkili bir gölgelendirme performansına sahip olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Şekil Hafızalı Malzeme, Kinetik Cephe Sistemleri, Cephe Performansı

## YABANCI DİL ÖZET

### ABSTRACT

Even if the average natural resource consumption of individuals remained in the similar levels; rapid growth of human population during the last century caused planet Earth to unable to provide natural sources sustainably. As 40% of the energy requirement, a considerable one among those resources, was caused by built environment, increasing energy efficiency of buildings becomes a critical topic.

As one of the various solutions provided for that problem kinetic façade systems, are often require usage of energy despite lowering the total energy consumption. It is due their electronic elements such as receptors, computerized decision making units or actuators. In this study, it is discussed that shape memory materials can enable kinetic façade elements to be activated and respond to changes in the building environment without causing the aforementioned energy consumption. In this context, first of all, shape memory materials and their existing façade uses were examined, then how they could be combined with rigid origami principles to create a kinetic façade element was emphasized. Considering their high cost and difficult production, it is aimed to benefit from rigid origami principles while keeping the use of shape memory materials at an optimum level. The proposed design was used in the production of a prototype, and performance analyzes were made to examine the efficiency of this prototype.

Two thermal boxes were made for the analysis to be conducted. One of the aforementioned boxes were kept plain to serve as a control unit, which represented the plain building façade, while the other one had produced prototype installed. Interior temperatures of both units along with outside temperature were recorded to prove the prototype provides an efficient amount of shading.

**Keywords:** Shape Memory Materials, Kinetic Façade Systems, Façade Performance

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Problemin Belirlenmesi

İnsanlığın, kişi başına düşen doğal kaynak harcamasında büyük bir değişim meydana gelmemesine rağmen, son yüzyılda nüfus ile doğru orantılı olarak artmakta olan küresel doğal kaynak kullanımı çok daha yüksek miktarlara ulaşmaktadır. Öyle ki, 2012 tarihli raporunda WWF (World Wide Fund for Nature), mevcut doğal kaynak harcamasının Dünya gezegeninin sürdürülebilir olarak karşılayabildiğinin 2,5 katına ulaştığından bahsedilmektedir. (WWF, 2012) Doğal kaynak tüketiminde büyük bir pay enerji ihtiyacına ait olmakla birlikte tüketilen enerjinin 40%'lık kısmından yapılar sorumludur. (European Commission, 2021) Bu bilgiler ışığında, yapılardaki enerji verimliliğinin artırılması ekonomik bir tercih olmanın ötesinde, insanlığın doğa ile ilişkisini sürdürülebilir hale getirmek adına bir zorunluluk haline gelmektedir. Ortaya çıkan bu zorunluluk, yapı kodlarında enerji etkin tasarım kriterlerinin artışında pay sahibi olmakla birlikte; bu yüksek miktardaki enerji kullanımını düşürmeye yönelik çeşitli sistem arayışlarında da etkili olmuştur.

Yapılarda enerji verimliliğinin yükseltilmesi için geliştirilen çeşitli çözüm önerilerinden biri de, yapı elemanlarının hareketini kullanarak çevre şartlarında meydana gelen değişimlere yanıt vermeyi hedeflemekte olan, kinetik cephe sistemleridir. Ancak bu sistemlerin mevcut uygulamalarının çoğunda kullanılan reseptör, karar birimi ve aktivatör rolündeki elektronik parçalar, kinetik cephe sistemlerinin toplamda enerji tasarrufu sağlamakla birlikte harekete geçebilmek adına enerji tüketmeye ihtiyaç duyar hale gelmesine de sebep olmaktadır. Bahsedilen elektronik bileşenlere alternatif oluşturmaya yönelik kullanımlarından

bahsedilebilecek olan şekil hafızalı malzemeler, bu sistemlerin herhangi bir enerji tüketiminde bulunmadan çalışabilmesini sağlama potansiyeline sahiptir. Buna karşılık, uluslararası ve ulusal literatürde, mimari cephelerde şekil hafızalı malzemelerin kullanımına dair proje örneklerinin henüz sınırlı miktarda olduğu görülmektedir.

Şekil hafızalı malzemelerin kullanımına yönelik Türkiye’de yapılmış çalışmalar incelendiğinde, bu malzemelerin mimari kullanım potansiyeline sahip olduğundan bahseden çalışmalar mevcut olmakla birlikte (Gezer ve Aksu, 2021; Tuna Kayılı, 2020; Yüksel Ayvaz, 2019; Yaman ve Arpacıoğlu, 2021); bu potansiyelin değerlendirilmesine yönelik proje örnekleri görülmemektedir. Türkiye’de şekil hafızalı malzemelerin kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda çeşitli medikal ve endüstriyel uygulamalardan bahsedilmektedir (Atasoy vd., 2018; Akdoğan ve Nurveren, 2003; Toptaş, 2006). Dünya genelinde yapılmış, şekil hafızalı alaşımların mimari cephelerde kullanım şekillerine yönelik projelerin değerlendirildiği çalışmada Ergin ve Girgin (2019); 2005-2016 yılları arasında geliştirilmiş yedi farklı projeyi (Pixelskin02, The Air Flow(er), TUB, Iconic SKIN, Living Glass, SmartScreen, SELF) kullanım amaçları, oluşturdukları form ve şekil hafızalı alaşımı aktifleştirme yönleri açısından değerlendirmiştir. 2022 yılında yapılan bir diğer çalışmada Acet ve Bostancıoğlu (2022); Ergin ve Girgin’in (2019) çalışmasında ele alınan projelere 2018-2021 yılları arasında geliştirilmiş beş örneği daha ekleyerek; ele alınmış tüm projeleri kullanılan şekil hafızalı malzeme, uygulama yüzeyi ve kullanım amaçları doğrultusunda incelemiştir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda, şekil hafızalı malzemelerin kinetik cephe sistemlerinde kullanımına dair proje örneklerine yabancı literatürde rastlanmıştır. Buna karşılık Türkiye’de yapılmış çalışmalar arasında şekil hafızalı malzemelerin mimari kullanım potansiyelinden bahsedilen örnekler bulunmasına rağmen, henüz bu yönde bir proje üretimi söz konusu değildir. Bu çalışmada, sürdürülebilirlik ve enerji

verimliliğine yönelik bir çözüm opsiyonu oluşturacak; şekil hafızalı malzeme kullanımı sayesinde bilgisayarlı bir kontrol sistemine ya da enerji tüketimine sebep olmadan yapının enerji performansını artıracak bir hareketli cephe elemanı tasarlamak, üretmek ve üretilen prototipin performansını analiz etmek amaçlanmaktadır. Bahsedilen cephe elemanı; tasarım odağında pasif olarak gölgelendirme sağlama amacı ile üretilen olacaktır. Bunun sonucunda güneşin ısıtıcı etkisi kontrol altına alınmaya çalışılarak, yaz döneminde karşılaşılan soğutma yükleri azaltılacaktır.

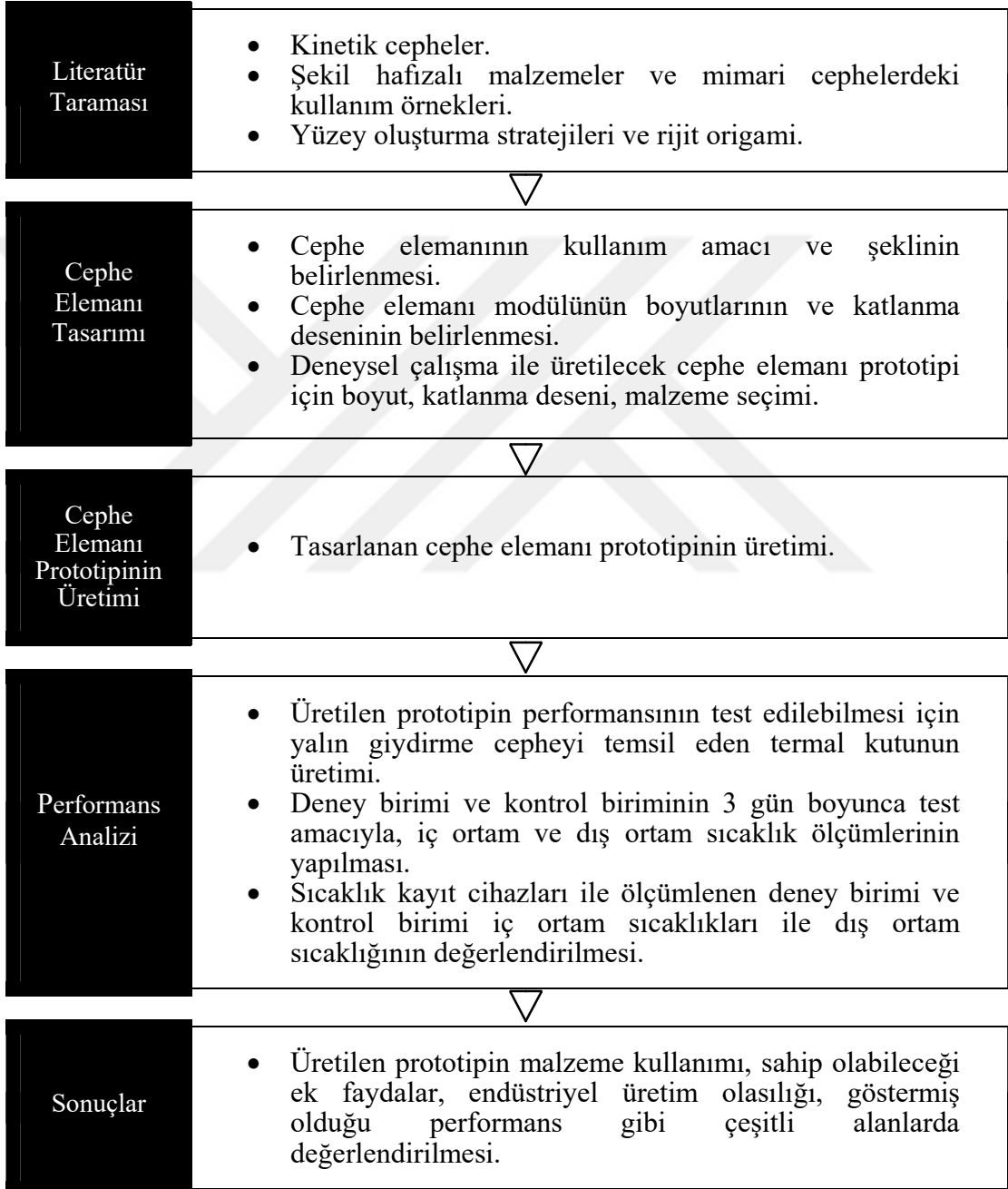
Çalışma sonunda elde edilmesi planlanan ürün, şekil hafızalı malzemelerin mimari cephe elemanlarında kullanım örneklerini artırmanın yanı sıra, elde edilen prototipin yeterli performansı göstermesi halinde daha büyük ölçeklerde üretim potansiyeline de sahip olacaktır.

### **1.3. Yöntem**

Çalışmanın ön araştırma sürecinde kinetik cepheler, şekil hafızalı malzemeler ve mimari cephe kullanımları, rijit origami gibi projeye ilişkili konularda detaylı bir literatür taraması yapılacaktır. Söz konusu taramadan elde edilen veriler üretilen projede doğru malzemelerin tercih edilmesi, hareketli bir eleman tasarımında kullanılacak; proje için gerekli şekil hafızalı malzeme miktarını azaltma potansiyeli ile maliyeti düşürecek tek serbestlik derecesine sahip bir rijit origami deseninin seçimi, şekil hafızalı malzemelerin istenilen davranışı gösterecek şekilde hazırlanmasına yönelik yöntem belirlenmesi ve benzeri kararların alınabilmesine olanak sağlayacaktır.

Literatür incelemeleri doğrultusunda tasarıma karar verilmesinin ardından; gerekli olan malzemeler elde edilerek, karar verilen tasarım doğrultusunda önerilen cephe elemanına yönelik prototip üretimi yapılacaktır. Üretilen prototipin istenilen davranışı gösterdiği kesinleştikten sonra, performans analizleri yapılacaktır.

Performans analizlerinde iki adet termal kutu kullanılacak olup, bir tanesine üretilen prototip monte edilmek ve diğeri yalnız bırakılmak üzere gün boyunca kutuların iç ortam sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığı gözlenecektir. “Kontrol birimi” ve prototipin uygulandığı “deney birimi” arasındaki ısı fark, önerilen gölgelendirme elemanının etkinliğini değerlendirmek için kayıt altına alınacaktır. Yönteme ait akış şeması Şekil 1.1’de görülmektedir.



Şekil 1.1: Yönteme ait akış şeması.

## 2. ŞEKİL HAFIZALI MALZEMELER VE MİMARİ CEPHELERDEKİ KULLANIM ÖRNEKLERİ

Yüksek performanslı cepheler, dahil olduğu yapının kullanıcılarının sağlıklı ve üretken kalabilmesini sağlayacak, konforlu iç mekan şartlarını mümkün olan en düşük enerji harcaması ile oluşturmayı hedefleyen sistemlerdir (Aksamija, 2015). Hedefleri gereği iklim şartları göz önünde bulundurularak tasarlanması gereken iç ve dış mekan arasında ışık, ısı, ses, taze hava geçişi gibi çeşitli fiziksel geçişlerin düzenlenmesini sağlayan bu sistemler Nashaat ve Waseef (2017) tarafından yapılmış olan çalışmada dört başlık altında kategorize edilmiştir.

Bu kategoriler;

- Polivalent Duvar : 1981 yılında mimar Mike Davies tarafından öne sürülen çok sayıda yansıtıcı, emici, filtreleyici ya da geçirici özelliğe sahip katmanın oluşturduğu, 30 cm kalınlığında teorik bir duvar sistemidir. Dönemin şartlarında üretimi imkansız olmakla birlikte günümüzdeki teknolojik gelişmeler bu sistemin daha basit versiyonlarının üretimine olanak sağlamaktadır.
- Çift Katmanlı Cephe : Aralarında 20 cm ya da üzeri bir hava boşluğu ve genellikle bir gölgeleme sistemi bulunan, çoğu zaman dışta tamamen camlı içte ise tamamen ya da kısmen camlı iki katmanın oluşturduğu sistemlerdir.
- Akıllı Cephe : İklim şartlarındaki değişiklikler doğrultusunda tepki vererek yapının bu değişikliklere mümkün olan en düşük enerji harcaması ile tepki verebilmesini sağlayan strüktür elemanlarının oluşturduğu sistemlerdir.
- Tepkisel Kinetik Cephe : Çevre koşullarında meydana gelen değişiklikler doğrultusunda, bazı strüktür elemanlarının hareket etmesine dayanarak iç

mekandaki gün ışığı kalitesi, termal konfor şartları gibi fiziksel şartları optimize etmeyi amaçlayan sistemlerdir.

şeklindedir.

Yüksek performanslı cephe sistemlerinin bir alt başlığı olarak gösterilebilecek olan Kinetik Cephe Sistemleri, hareket edebilen yapı elemanlarını kullanarak yapının çevresindeki fiziksel şartlarda meydana gelebilecek değişimlere cevap vererek iç mekan konforunu korumayı hedeflemektedir. Çevresindeki sıcaklık, manyetizma, ışık, mekanik, elektriksel ya da kimyasal olarak örneklendirilebilecek çeşitli değişikliklere cevap verebilen akıllı malzemelerin (Ritter, 2007) verdikleri çeşitli tepkiler, bu hedefe ulaşmada kullanılabilme potansiyelleri nedeniyle ilgi çekicidir. Özellikle önceden belirlenmiş bir ya da birden fazla şekle doğru şartların oluşması durumunda geri dönebilme özelliğini gösteren şekil hafızalı malzemelerin, kinetik cephe sistemlerinin hareketini sağlama potansiyelini de göstermekte olduğu bu bölümün devamında bulunan bazı örnekler ile gösterilmiştir.

Nashaat ve Waseef'in (2017) çalışmasında kinetik cephe sistemlerinin yaygın olarak reseptör, karar birimi, harekete geçirici ve bunların arasındaki iletişimi sağlayan iletişim sistemi olarak dört parçadan oluştuğu belirtilmiş olup, akıllı malzeme kullanımı benzeri seçenekler söz konusu olduğunda bu parçaların bir ya da birden fazlasının ortadan kalkmasından bahsetmenin mümkün olduğu da eklenmelidir (Yoon, 2019; Formentini ve Lenci, 2018). Akıllı malzemeler ve bunların kinetik cephelerde kullanımının enerji gereksinimi duymaksızın cephe elemanının hareketini sağlama gibi bir avantajı olmasına rağmen, günümüzdeki mevcut örnekler göz önüne alındığında elektronik sistemlerin sayıca daha fazla değişken doğrultusunda tepki verebilme gibi bir avantajı olduğundan bahsedilebilir.

Tez kapsamında hedeflenen şekil hafızalı malzeme kullanımı ile önerilecek kinetik cephe elemanının tasarımını gerçekleştirebilmek için, Bölüm kapsamında literatürden elde edilen bilgiler ışığında şekil hafızalı malzemeler ve bina cephelerinde kullanım örnekleri değerlendirilecektir.

## 2.1. Şekil Hafızalı Malzemeler

Akıllı malzemeler; çevre şartlarında meydana gelen değişiklikler ve dışarıdan gelen uyaranlar doğrultusunda sahip olduğu belirli özellikleri değiştirebilme becerisine sahip malzemelerdir. Bu tepkinin ortaya çıkmasındaki değişken olaraksa sıcaklık, basınç, elektrik/manyetik alan, ışık ve kimyasal maddeler gibi çeşitli uyaranlar gösterilebilmesi mümkündür (Arun vd., 2018; Ritter, 2007; Schwartz, 2009). Akıllı malzemeler, çeşitli uyarıcılara sahip olabilmekle birlikte, bu uyarıcılara farklı şekillerde tepki verebildiklerinden de bahsedilebilir. Örnek olarak kendi kendini yenileyebilen yüzeyler, ışık üretebilme, renk değiştirebilmenin verilebilmekte olduğu akıllı malzemelerin, ortaya çıkarabildikleri bu gibi özellikleri nedeniyle mühendislik uygulamalarında giderek artan kullanım potansiyeline sahip olduğundan bahsetmek mümkün hale gelmektedir (Kwak vd., 2018; Ritter, 2007; Kessler, 2003). Bununla birlikte söz konusu malzemelerin bazılarının üretimlerinin henüz yaygınlaşmamış ya da yüksek maliyetlere sahip olabilmesi gibi sebepler, akıllı malzemelerin endüstriyel uygulamalarının yaygınlaşma sürecini yavaşlatabilmektedir.

Akıllı malzemelerin bir alt dalı olarak kabul edilebilecek olan şekil hafızalı malzemeler, uyarılmaları durumunda eğitildikleri bir ya da birden fazla şekli geri kazanabilme özelliğine sahiptir. İlk kez Arne Olander tarafından 1932 yılında altın ve kadmium alaşımı üzerinde yapılan çalışmalarda keşfedilen bu davranış üzerine yapılan incelemeler sonucunda, benzer özellikte çeşitli malzemeler olduğu görülmüştür. (Otsuka ve Wayman, 1999; Arun vd. 2018) Otsuka ve Wayman (1999) şekil hafızalı malzemeleri alaşım, polimer ve seramik kategorileri altında incelemiştir; daha ileri tarihli bir çalışmada Arun vd. (2018) bu malzemelerin şekil hafızalı alaşımlar, polimerler, seramikler, jeller ve kompozitler kategorileri altında çeşitli örnekleri bulunduğundan bahsetmiştir.

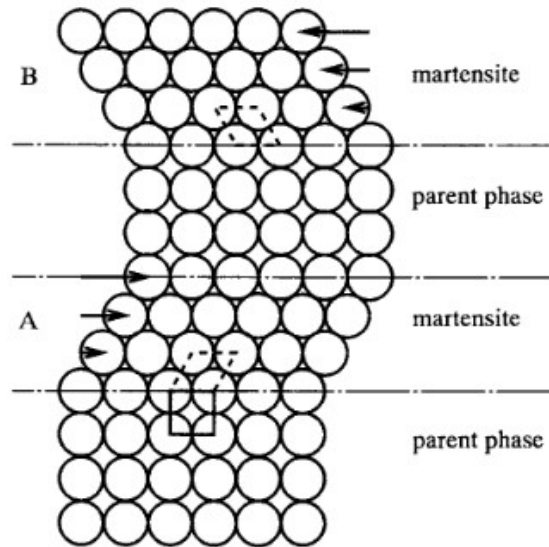
Şekil hafızalı davranışın görülmesi için çoğu senaryoda uyarıcı olarak sıcaklığın kullanıldığından bahsedilebilmekle birlikte, akıllı malzemelerin diğer uyaranları aracılığı ile bu davranışı göstermekte olan örnekler de bulunmaktadır. Bu uyaranlara örnek olarak Wang vd. (2021) tarafından ortaya konulmuş şekil hafızalı polimer strüktürün ışık ile harekete geçmesi, özellikle seramik bazlı malzemelerde görülen elektriğin uyaran olarak kullanılması (Arun vd. 2018) ya da Fornell (2021) tarafından bahsedilmiş olan manyetik uyaranlarla şekil hafızalı davranışın sağlanmasına yönelik çalışmalar gösterilebilir. Fan vd. (2010) tarafından yapılmış olan çalışmada şekil hafızalı alaşımların şu an için yalnızca sıcaklık ve manyetizma ile aktifleştirildiği örnekler bulunmasına karşın, polimerlerde ışık, kimyasal ve diğer uyarıcıların kullanımına dair örnekler olduğundan bahsedilmiştir.

Şekil hafızalı malzemelere yönelik birtakım teknik bilginin, söz konusu malzemelerin üretim ve geliştirmesini yapan şirketler tarafından gizli tutulduğundan da bahsettiği çalışmasında van Humbeeck (1997), çalışmasında şekil hafızalı alaşımlar üzerine odaklanmayı tercih etmiştir. Bahsedilen şekil hafızalı alaşım kategorisinde Huang vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada endüstriyel öneme sahip üç temel çeşitten bahsedilmiştir; bunlar NiTi (nikel ve titanyum), bakır bazlı alaşımlar ve demir bazlı alaşımlardır. Buna karşılık van Humbeeck (1997) bakır ve demir bazlı alaşımların sahip olduğu benzer zayıflıklar arasında stabilizasyon sorunları, düşük miktarda süneklik, görece düşük korozyon direnci gibi özelliklerin gösterildiği çalışmasında nikel ve titanyum bazlı alaşımları ise “*en önemli alaşım*” (*NiTi is the most important alloy*) olarak tanımlamıştır. Benzer şekilde Huang vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada da NiTi yüksek performansı nedeniyle en önde gösterilen seçenektir. Çalışmanın devamında NiTi alaşımında farklı metallerin eklenmesinin olası sonuçlarından bahsedilmiştir. Bahsedilen dört temel sonuç ve sebep olan elementler aşağıda listelenmiştir;

1. Uyaran sonrasında şekil hafızalı davranışın gecikme süresinin azaldılması (Cu) ya da artırılması,
2. Şekil hafızalı davranış sıcaklıklarının düşürülmesi (Fe, Cr, Co, Al),
3. Şekil hafızalı davranış sıcaklıklarının artırılması (Hf, Zr, Pd, Pt, Au),

#### 4. Güçlü bir tutucu oluşturulması (Mo, W, O, C) ( van Humbeeck, 1997)

Özellikle alaşımlar söz konusu olduğunda sıcaklığa bağlı şekil hafızalı davranışın ortaya çıkmasında, söz konusu malzemenin “Martensit” ve “Austenit” olarak adlandırılan birden fazla katı fazının bulunması rol oynamaktadır. Şekil 2.1’de basitleştirilmiş olarak görülebileceği üzere bu iki katı fazda şekil hafızalı malzemeyi oluşturan atomların farklı şekilde dizilme eğilimi göstermesi, bu iki dizilim arasındaki geçiş sırasında şekil hafızalı davranışın ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Her ne kadar madde, bu iki fazda da katı halde bulunsun dahi, daha düşük enerji düzeyi olan martensit fazda maddenin deforme edilmesine rağmen yüksek enerji düzeyi olan austenit aşamaya ulaşılması durumunda maddenin orijinal formunu geri kazanabilme becerisine “şekil hafızalı davranış” adı verilmektedir (Ergin ve Girgin, 2019; Arun vd., 2018). Daha önce bahsedilen üçüncül bileşenlerin dahil olduğu senaryolara ek olarak, Lendlein ve Kelch (2002) tarafından NiTi alaşımlarında bulunan nikel oranının %1 kadarlık değişiminin dahi bu iki faz arasındaki değişim sıcaklığında 100°K’e varan değişikliklere sebep olabileceğinden bahsedilmiştir. Kullanılan malzeme ve eğitilme yöntemine bağlı olarak çok sayıda şekli barındıran ya da çift yönlü şekil hafızalı davranış gösteren örnekler de mevcuttur.



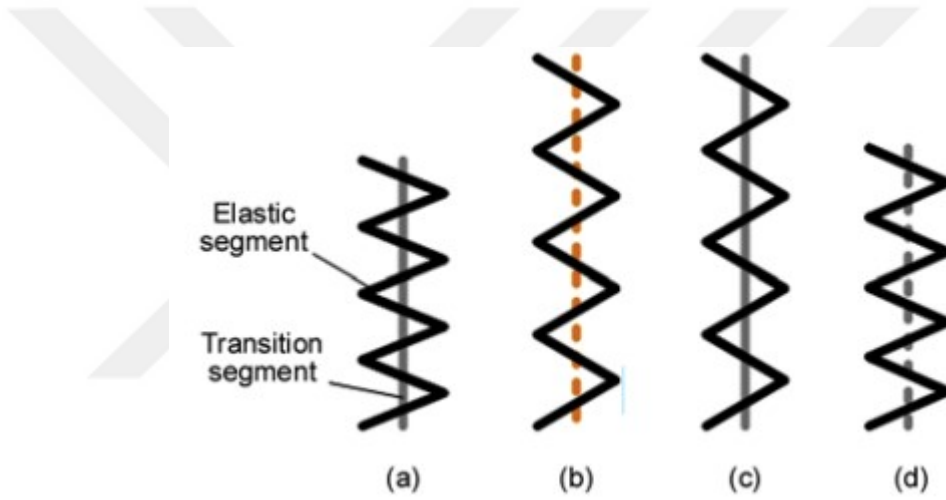
**Şekil 2.1** Martensit – austenit fazların basitleştirilmiş bir gösterimi. (Otsuka ve Wayman, 1999)

Şekil hafızalı malzemelerin eğitimine yönelik en sık karşılaşılan metotlar arasında, sıcaklığa bağlı olarak şekil hafızalı davranışı gösteren alaşım malzemelerin eğitiminde kullanılan termal döngüler gösterilebilir. Bu yöntemin uygulanmasında şekil hafızalı alaşım serbest kalamayacağı şekilde ve sıcaklığa dayanıklı ekipmanlar kullanılarak eğitilmek istenilen şekle sabitlenir ve bu şekli korunarak çok yüksek sıcaklıklara maruz bırakılır. Kullanılan alaşım ya da istenilen şeklin ne kadar kompleks olduğuna bağlı olarak bu işlemin bir döngü oluşturacak şekilde birden fazla sayıda tekrarlanması gerekebilir. (Shape memory alloy training, 2023.)

Sık karşılaşılan bir diğer şekil hafızalı malzeme kategorisi olarak şekil hafızalı polimerlerin gösterilmesi mümkündür. Bu malzemelerin istenilen davranışı göstermek üzere daha fazla seçenek sunmaları, hafiflik, düşük maliyet ve daha farklı uyarıcılar (ya da birden fazla uyarıcı) doğrultusunda çalışabilir olmaları gibi çeşitli avantajlara sahip olduklarından bahsetmek mümkündür. (Huang vd., 2010) Özellikle ışık, su, pH değeri gibi günümüzde henüz alaşımların tepki verdiği gözlenmemiş olan bazı uyarıcılar doğrultusunda bu davranışı gösterme becerileri polimer bazlı şekil hafızalı malzemelere yönelik araştırmaları değerli hale getirmektedir (Sun vd. 2013; Huang vd., 2010). Gösterilebilen bu çeşitli özelliklerin olası bir sebebi olarak devamlı olarak yeni şekil hafızalı polimerlerin keşfinden kaynaklanan büyük bir çeşitlilik gösterilebilir.

Polimerler üzerine yapılmış çalışmalarda ise, bu malzemelerin şekil hafızalı davranış göstermelerinde elastik ve geçiş segmentleri adı verilen iki segmentli bir yapıya sahip olmalarından bahsedilmiştir (Fan vd.,2010). Elastik segment malzemenin kullanımı öngörülen şartlarda devamlı olarak elastik kalabilme özelliğine sahipken geçiş segmenti malzemenin çalışması için gerekli uyarıcı şartın sağlanması durumunda yumuşak bir yapı kazanıp bozulmalara izin verebilme özelliğine sahiptir (Şekil 2.2b). Uyarıcı şartların ortadan kalkması geçiş segmentinin yeniden sertleşmesine ve verilen yeni şeklin kalıcı olarak korunmasına sebep olur (Şekil 2.2c). Depolanmış elastik enerjinin serbest kalması ve orijinal halin geri kazanılması için geçiş segmentinin uyarılması gerekliliğinden de bahsedilmiştir

(Şekil 2.2d). Fan vd. (2010) aynı zamanda bu şekil hafızalı davranış prensibinin kompozit malzemelerde de kullanılabileceğinden bahsetmiş ve çalışması kapsamında geliştirdiği bir örnekte kullanmıştır. Behl, Zotzmann ve Lendlein (2009), Fan vd. (2010) ve Xia vd. (2020) çalışmalarında şekil hafızalı polimerlerin şekli bozulduktan sonra uyarıcının ortadan kalkması halinde korudukları geçici şekilde, uyarıcının yeniden ortaya çıkmasına kadar uzun süre kalabildikleri ortaya koyulmuştur. Şekil hafızalı polimerlere dair Behl, Zotzmann, Lendlein (2009) tarafından yapılmış çalışmada bahsedilen bir diğer özellik ise bu malzemelerin geçici olarak korudukları halden eski hallerine dönebilme becerilerinin yanı sıra ışık geçirgenliği, yansıtıcılığı ya da mekanik özelliklerinde değişiklikler gösterebilmeleridir.



**Şekil 2.2:** Polimerlerde görülen şekil hafızalı yapı; normal hal (a), bozulmuş hal (b), korunmuş hal (c), normal halin geri kazanımı (d) (Fan vd., 2010)

Şekil hafızalı jel malzemelere yönelik çalışmada Li vd. (1997) bu malzemelerin en temel avantajları arasında hacimlerinde meydana gelebilen büyük miktardaki değişimleri göstermiştir. Benzeri şekilde Lendlein ve Kelch (2002) de bu malzemelerin hacimlerinde pH, sıcaklık, elektrik alan ya da ışık gibi çok sayıda uyarıcı doğrultusunda kaydadeğer bir hacim değişikliği olduğundan bahsetmiştir. Şekil hafızalı jellere dair yine Lendlein ve Kelch (2002) tarafından bahsedilen mekanik olarak zayıflıklar ise Li vd. (1997) tarafından geliştirilmesi için iki ya da daha fazla polimerin bir araya getirilmesine ihtiyaç duyulacağından bahsedilen fiziksel ve kimyasal zayıflıklar arasında gösterilebilir.

Şekil hafızalı kompozitler, en az bir şekil hafızalı malzemenin kullanıldığı ve içerisinde barındırdığı farklı bileşenlerin kullanım amacı doğrultusunda tercih edilmesi aracılığıyla farklı özelliklerin ortaya çıkmasının sağlanabildiği bir diğer şekil hafızalı malzeme kategorisidir (Huang vd., 2010). Tobushi vd. (2006) tarafından yürütülen çalışmada şekil hafızalı alaşımların düşük sıcaklıkta, şekil hafızalı polimerlerin ise yüksek sıcaklıkta görece düşük rijitliğe sahip olduğundan bahsedilmesi ve bu iki kategoriden malzemelerin bir araya getirilerek bu zayıflıkları aşabilen bir kompozit geliştirilmesinin amaçlanması bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Çalışma kapsamında NiTi alaşımı kullanılarak üretilmiş bir şekil hafızalı tel, poliüretan bazlı bir şekil hafızalı polimerle bir araya getirilmiştir. Tobushi vd. (2006)'nin yürütmüş olduğu çalışmada alınann başarılı sonuç, Huang vd (2010) tarafından ortaya konulmuş olan şekil hafızalı bileşenlerin yeterince iyi tanınması durumunda oldukça başarılı olunabileceğine bir örnek olarak gösterilebilir.

Şekil hafızalı kompozit malzemelere örnek olarak gösterilecek bir diğer çalışmada Cho vd. (2005) tarafından karbon nanotüpler ile bir araya getirilen poliüretan bazlı polimerin sıcaklık doğrultusunda ortaya çıkan şekil hafızalı davranışını elektrik kullanarak tetiklenmiştir. Şekil hafızalı polimerlerin bu davranışı elektrik varlığında göstermesine yönelik D'Elia vd. (2019) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada yine karbon bazlı olan grafen tercih edilmiştir. Bu çalışmada istenilen etkiye ulaşıldığından, aynı zamanda şekil hafızalı polimerin termal davranış ve mekanik özelliklerinin neredeyse sabit kaldığından bahsedilmektedir. Şekil hafızalı polimerlerin strüktürel uygulamalar için yeterince güçlü ve sert kalamadıklarından bahsedilen çalışmalarda Liang vd. (1997) tarafından fiberglass, Gall vd. (2000) ise karbonfiber kullanarak bu polimerleri güçlendirmeyi hedeflemiştir. Gall vd. (2000) aynı zamanda karbonfiber kullanarak yapılan bu güçlendirmenin kompakt hale gelebilen ve konuşlandırılabilen hafif yapılarda kullanım potansiyeli mevcuttur. Verilen örnek çalışmalarda kompozit yapıların şekil hafızalı malzemelere ek özellikler eklemekte ya da fiziksel olarak daha üstün özelliklere sahip şekil hafızalı malzemelerin geliştirilmesinde kullanılabilir olduklarını göstermektedir.

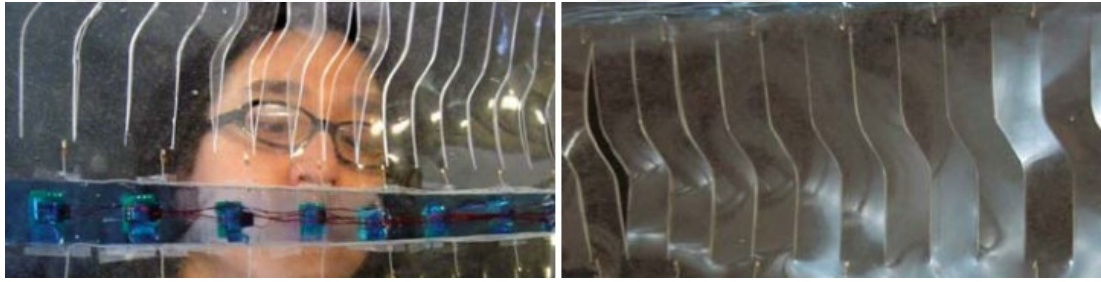
Şekil hafızalı malzemelerin göstermekte olduğu belirlenmiş şekli geri kazanabilme davranışı, aynı maddenin farklı şartlar ya da uyarıcılar doğrultusunda birden fazla şekli geri kazanabilme özelliğine sahip olması şeklinde de ortaya çıkabilir. Bu duruma “çoklu şekil hafızalı davranış” adı verilmektedir. Pilate vd. (2016) tarafından son yıllarda oldukça gelişmenin mevcut olduğundan bahsedilen şekil hafızalı malzemelerin kullanımına yönelik çalışmalarında Xie (2010), söz konusu malzemelerin kullanım alanlarının yaygınlaşmasında kaç farklı şekli hafızasına alabileceğinin önemli olduğundan bahsetmiş ve yalnızca bir adet geri çevrilebilir şekil geçişine sahip olan perflorosülfirik asit iyonomeri (PFSA) ile gerçekleştirdiği çalışmalarda kullandığı malzemenin iki, üç ya da dört farklı şekli hafızasına alacak şekilde kullanılabildiğinden bahsetmiştir. Xiao, Guo ve Nguyen (2015) çoklu şekil hafızasına yönelik çalışmalarında Nafion kullanılarak yaptıkları incelemelerde malzemenin iki temel şekli arasındaki geçişin sıcaklığa bağlı olarak aşamaları incelemiştir. Sun ve Huang’ın (2010) çalışması ise kompleks bir sekansın ardından ısıya bağlı aktifleşen şekil hafızalı malzemelerin kontrol edilebilir şekilde çoklu şekil hafızası davranışını gösterebildiklerinden bahseder. Bu gibi çalışmaların ışığında, şekil hafızalı malzemelerin oluşturulacak cephe elemanının farklı sıcaklıklarda farklı miktarda gün ışığı geçişine izin verecek şekli almasını sağlayacak davranışı göstermek üzere kullanımının mümkün olduğu görülmektedir. Cephe elemanının farklı sıcaklıklara vereceği tepkinin kontrolü, gün ve yıl içinde meydana gelebilecek çeşitli senaryolarda söz konusu elemanın çevre şartlarındaki değişime ideal olarak kabul edilebilecek yanıtları verme potansiyeline sahip olması anlamına gelmektedir.

## **2.2. Şekil Hafızalı Malzemelerin Mimari Cephelerde Kullanım Örnekleri**

Şekil hafızalı malzemelerin ortaya koyabileceği fayda ve sınırlamaların görülmesi adına bu bölümün devamında literatürde bulunan ve bu malzemeleri mimari cephelerde kullanmak üzere üretilmiş olan proje örnekleri incelenecektir.

### 2.2.1. Yang ve Benjamin Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2005)

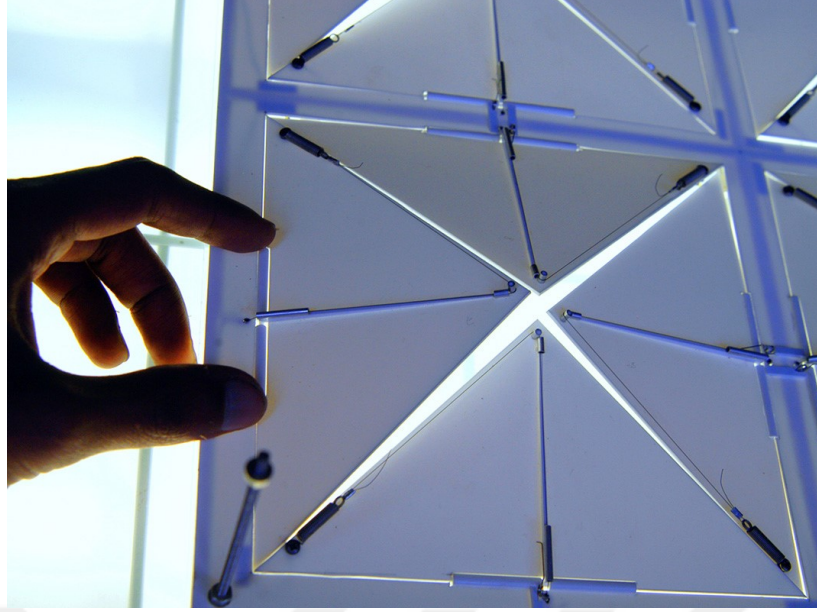
2005 yılında geliştirdikleri projelerinde Yang ve Benjamin, iç mekandaki karbondioksit oranındaki değişimler doğrultusunda harekete geçerek, yapının “nefes alabilmesini” hedeflemiştir. Projede ince, hafif ve şeffaf bir yüzeyin, herhangi bir motor ya da mekanik birim bulundurmadan hareket etmesi için şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş teller kullanılmıştır (Şekil 2.3). Projede, iç mekandaki karbondioksit seviyesi sensörlerle ölçülmekte olup, bu seviyenin sağlıklı miktarlara ulaşması durumunda bilgisayarlı kontrol birimleri yüzey üzerindeki solungaçtan esinlenilmiş boşlukların açılmasını sağlayarak hava değişiminin artmasını sağlamaktadır. (“Interactive "living glass" regulates air quality”, 2022)



**Şekil 2.3:** Yang ve Benjamin tarafından geliştirilen sistemin kontrolünde kullanılan elektronik devre (solda), sistemin farklı kısımlarının aynı anda farklı düzeyde açılmış hali (sağda). (“Interactive "living glass" regulates air quality”, 2022)

### 2.2.2. Anshuman Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2006)

Cephe otomasyon sistemleri, Sachin Anshuman tarafından “cansız” olarak adlandırılmaktadır. Buna karşılık olarak iletişim amacıyla oluşturulan yüzeylerin oldukça etkili ancak işlevsellik açısından sınırlı olmaları da söz konusudur. Anshuman tarafından geliştirilen Pixelskin02 adlı projede bu iki durumun aralarında bir köprü kurulacak şekilde bir araya getirilmesi amaçlanmıştır.



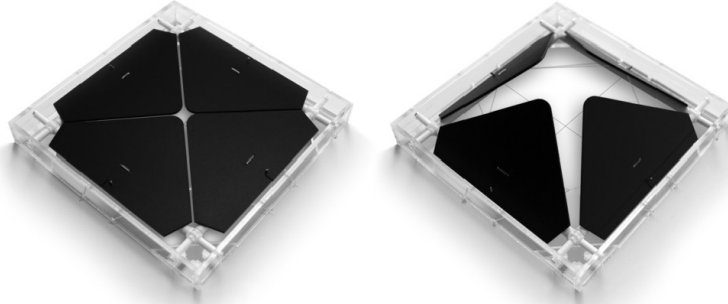
**Şekil 2.4:** Anshuman tarafından oluşturulan Pixelskin02. (“PIXELSKIN02”, 2022)

Tasarlanan sistem, elektronik devrelerin şekil hafızalı alaşımlar aracılığı ile harekete geçirmekte olduğu dört adet üçgen şekilli kanattan oluşan birimlerden oluşmaktadır (Şekil 2.4). Bu birimlerin farklı oranlarda açılma-kapanma hareketi ile şeffaf ve opak yüzeyler manipüle edilerek, düşük çözünürlüklü görseller ya da düşük yenileme hızına sahip videoların bina cephesinde gösterilmesi mümkün hale getirilmiştir. Oluşturulan birimlerin tamamen açık ve tamamen kapalı halleri arasında 255 farklı kapalılık düzeyinde kullanılabildiğinden bahsedilmiştir. (“PIXELSKIN02”, 2022)

### 2.2.3. LIFT Architects - Air Flow(er)

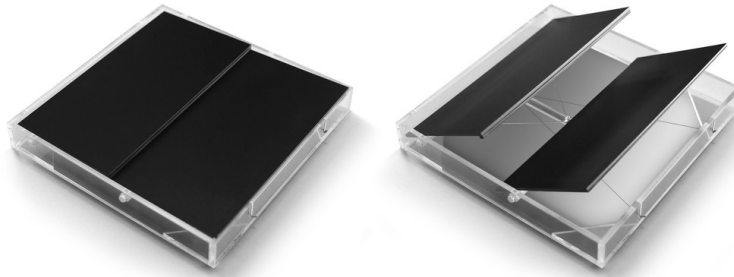
Harekete geçmek için enerji ihtiyacı bulunmayan, çevresindeki sıcaklık değişimine duyarlı bir havalandırma cihazı olarak geliştirilen Air Flow(er) projesinde LIFT, yer çiğdemi (*Crocus flavus*) bitkisinin sıcaklığa bağlı olarak yapraklarını açıp kapama hareketinden esinlenildiğinden bahsetmektedir. Çalışmada; bitkinin bu hareketinin yaprakları oluşturan hücrelerin sahip olduğu özel bir yapı olduğu gibi, şekil hafızalı alaşımların kendilerine has yapılarının bir sonucu olarak sıcaklık değişimleri doğrultusunda önceden belirlenmiş bir şekli geri kazanabilme becerilerinin benzeri bir hareketi oluşturmakta kullanılmasının mümkün olduğu savunulmuştur.

Geliştirilen projenin en büyük avantajlarından birisi, şekil hafızalı alaşımların kullanımının herhangi bir enerji tüketimine ihtiyaç duymadan üretilen birimleri harekete geçirebilmesi olarak gösterilmiştir.



**Şekil 2.5:** LIFT tarafından geliştirilmiş dört kanatlı prototip. (“Air Flower”, 2022)

Dört, iki ve tek kanatlı olmak üzere üç farklı tasarım seçeneği ile geliştirilmiştir. Dört kanatlı prototipin, doğal havalandırma kullanan çift katmanlı cephe sistemlerinin iç ya da dış katmanında aynı zamanda bir gölgelendirme elemanı olarak kullanılabileceğinden bahsedilmiştir (Şekil 2.5). Buna karşılık olarak iki kanatlı prototipin, tercih edilen üst üste binen panellerin sağladığı ekstra su geçirmezlik sayesinde tek katmanlı bir cephe oluşturmakta da kullanılabileceği belirtilmiştir (Şekil 2.6). (“Air Flower”, 2022)



**Şekil 2.6:** LIFT tarafından geliştirilmiş iki kanatlı prototip. (“Air Flower”, 2022)

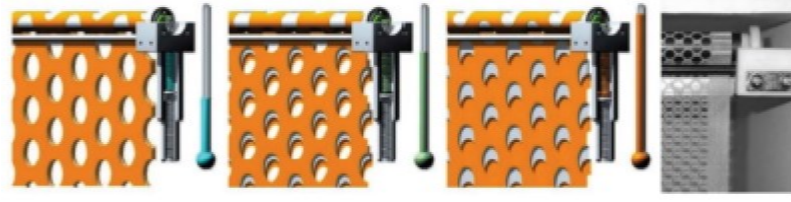
Birbirine paralel çok sayıda şekil hafızalı alaşım telin kullanımına izin verecek bir yapıya sahip olduğu söylenmiş olan tek kanatlı prototipte ise, bu özelliğinin daha büyük boyutlu panellerin harekete geçirilmesini mümkün kıldığı savunulmuştur (Şekil 2.7). Atriyum gibi yüksek hacimli alanların çatısında kullanılması önerilen bu prototipin, büyük boyutları sayesinde baca etkisi oluşturarak doğal havalandırma sağlayacak boşlukların kontrolünde etkili bir çözüm olabileceğinden bahsedilmiştir. (“Air Flower”, 2022)



**Şekil 2.7:** LIFT tarafından geliştirilmiş tek kanatlı prototip. (“Air Flower”, 2022)

#### **2.2.4. Decker ve Yeadon Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı**

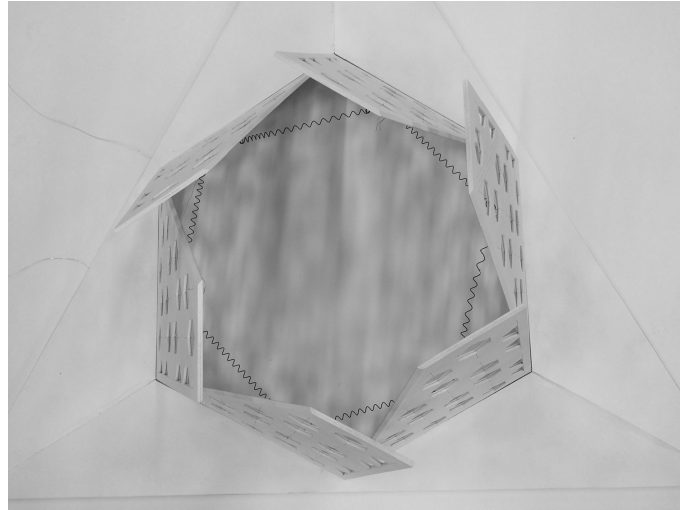
Decker ve Yeadon, iç ortam sıcaklıklarındaki değişim doğrultusunda aktifleştirecek bir gölgelendirme elemanı tasarlamayı amaçlamıştır. Birbirine eş boşluklara sahip iki yüzeyden birini şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş bir yay kullanarak hareket ettirmekte olan sistemde, herhangi bir enerji tüketimine sebep olmadan gün ışığı kaynaklı enerji kazanımını düzenlemek hedeflenmiştir. Sistem, kendisini oluşturan katmanların sahip oldukları eş boşlukların düşük sıcaklıklarda üst üste getirilmesi ile gün ışığının geçişine izin verirken, bu boşlukların hizalanması engellendiğinde ise bu geçişi engellemeyi hedeflemiştir (Şekil 2.8).



**Şekil 2.8:** Decker ve Yeadon tarafından geliştirilen Smartscreen. (Ergin ve Girgin, 2019)

#### 2.2.5. Li, Quixk ve Funck Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2016)

Li, Quixk ve Funck (2016) tarafından yapılarda gölgelendirme elemanı olarak geliştirilmiş projede, altı kanadın bütüncül bir açılma ve kapanma hareketi gerçekleştirmesi için katlanma tekniği, şekil hafızalı yaylar ve bakır kablolama kullanılmıştır. Söz konusu hareketin sağlanabilmesi adına, kanatları oluşturmakta olan iki katmanın altta kalanı üzerindeki boşluklardan geçirilen bakır kablolama kullanılarak bir döngü oluşturulmuş, daha sonrasında ise her kanat birbirine şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş yaylarla bağlanmıştır. (Şekil 2.9) Projede, oluşturulmuş altı adet kanadın açılış ve kapanış hareketi şekil hafızalı yayların sıcaklık doğrultusunda uzayıp kısalması ile elde edilmektedir.



**Şekil 2.9:** TUB projesinde geliştirilen prototip. (“TUB PROTOTYPES – SHAPE MEMORY ALLOY SHADING”, 2022)

Projede temel amaç olarak şekil hafızalı alaşımların kullanımının yaygınlaştırılması ve bu malzemelerin kullanıldığı proje örneklerinin artırılması hedeflenmiş olmakla birlikte; yüksek teknoloji ve maliyete sahip olan şekil hafızalı alaşım yayların görece daha düşük maliyetli, kullanımı kolay ve ulaşılabilir malzemelerle bir araya getirilmesinin bu yönde etkili olabileceğinden bahsedilmiştir. Çalışmada ayrıca projedeki kanatları oluşturan her bir katmanın MDF ile üretildiğinden bahsedilmiş olup, daha sonraki çalışmalarda hafif metaller ya da bioplastik gibi farklı malzeme alternatiflerine yönelinmesinin çok daha tavsiye edilebilir olduğundan bahsedilmiştir. (“TUB PROTOTYPES – SHAPE MEMORY ALLOY SHADING”, 2022)

#### 2.2.6. Formentini ve Lenci Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2018)

Temel olarak dört köşesinden cepheye sabitlenen bir metal panelden ve hava sıcaklığının belirli bir seviyenin üzerine yükselmesi ile aktifleşerek söz konusu panelin bükülmesine sebep olacak bir şekil hafızalı telden (Nitinol) oluştuğu söylenebilecek bir proje (Şekil 2.10) geliştirmiş olan Formentini ve Lenci (2018), yapılarda sıcaklığa bağlı olarak hava geçişlerini düzenleyen ikinci bir cephe katmanı oluşturmayı amaçlamıştır.

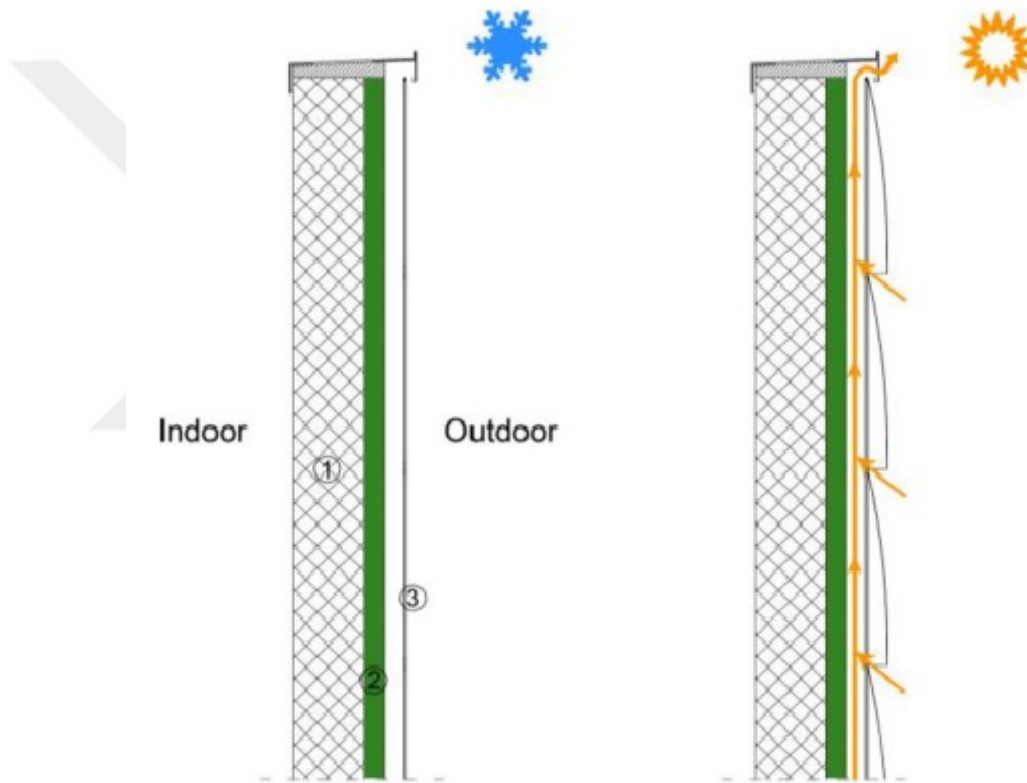


**Şekil 2.10:** Formentini ve Lenci (2018) tarafından geliştirilen cephe elemanının açık ve kapalı halleri.

Projede kullanılan şekil hafızalı malzeme bu davranışı çift yönlü olarak gerçekleştirmekte olup, 30°C üzerinde tamamen açık hale gelmekte iken 20°C altındayken tamamen kapalı halde bulunacak şekilde tasarlanmıştır. Panellerin kendisinde alüminyum tercih edilmesinde ise, malzemenin projede ihtiyaç duyulan

mekanik özelliklere sahip olmanın yanında kolayca elde edilebilir ve düşük maliyetli olması olduğundan bahsedilmiştir.

Işık geçirgenliği bulunmayan bu cephe elemanının, cephedeki kapı ve pencere boşluklar haricindeki tüm yüzeylere uygulanması öngörülmüştür. Bu sayede düşük sıcaklıklarda tamamen kapalı haldeki yüzey ve yapı arasında kalacak olan hava katmanının yalıtkan davranış göstermesi; yüksek sıcaklıklarda ise açık hale gelen elemanın yardımıyla yapıların dış yüzeyinde oluşturulacak boşlukların, baca etkisinden (Şekil 2.11) de yardım alarak doğal havalandırma sağlaması söz konusu olmaktadır.



**Şekil 2.11:** Formentini ve Lenci (2018) tarafından geliştirilen projede baca etkisinin kullanım şeklini gösteren kesit.

Çalışmada paylaşılan sonuçlar, cephe elemanının yalnızca şekil hafızalı malzeme kullanılarak çalışabilirliğini kanıtlamaya yönelik olmaklar birlikte herhangi bir ısı performans incelemesi içermemekte, bunu projenin daha ilerideki aşamalarına bırakmaktadır. (Formentini ve Lenci, 2018)

### 2.2.7. Yoon Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2019)

Enerji tüketmeden ısıl değişikliklere vereceği tepki ile yapılarda enerji verimliliğine katkıda bulunmasını amaçladığı kinetik cephe elemanı projesinde Yoon (2019), daha önce Beites (2013) tarafından aktüatör üretimi yapılarak şekil hafızalı polimerleri kullanım örneği mevcut olan, 3D yazıcıları kullanarak şekil hafızalı polimer malzemelerden ürettiği plakları kullanmayı planlamıştır.

Çalışma kapsamında öncelikle şekil hafızalı malzemeden üretilen plakların farklı kalınlıklarda (0.15, 0.2, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 3.0mm) istenilen katlanma hareketini ne kadar başarılı bir şekilde gerçekleştirdikleri incelenmiş, 1mm altındaki plakların üretim ve kullanım süreçlerinde sorun yaşanabildiği gözlemlenmiştir. Uygun malzeme kalınlıkları ve 3D yazıcı ile yazdırma metodunun belirlenmesinin ardından çalışmada üretilecek gölgelendirme elemanı için farklı açılma-kapanma şekilleri denenmiştir (Şekil 2.12). Yapılan denemeler arasında B ve E tiplerinin daha başarılı olduğundan bahsedilmiştir. Bununla birlikte çalışmada yapılan denemelerin laboratuvar ortamında gerçekleştirildiği hatırlatılmış, mimari uygulamalar için belirlenmiş olan 25°C'lik aktifleşme sıcaklığına sahip şekil hafızalı polimerin tam ölçekli mimari uygulama örnekleri ile de denemelere tabi tutulması gerekliliğinden bahsedilmiştir.

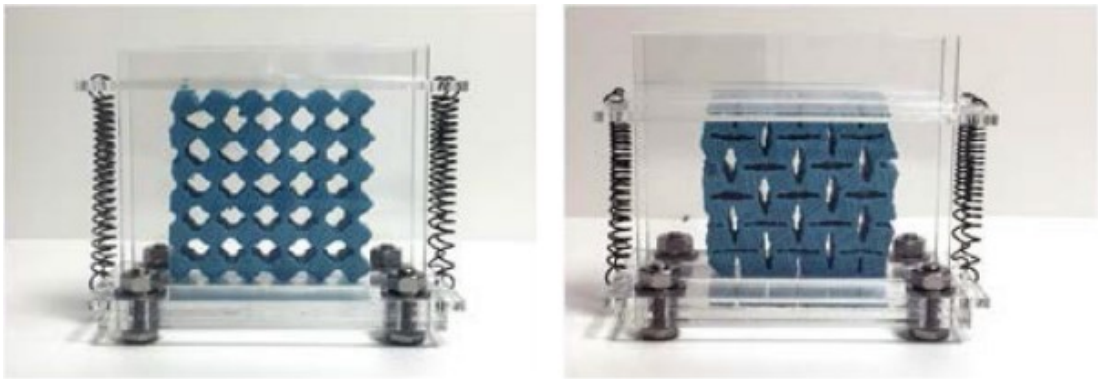
| TYPE              | A BASELINE                                                                          | B HINGED PORES                                                                      | C KIRIGAMI                                                                          | D RADIAL FOLDING                                                                      | E FLAPPING                                                                            |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| open<br>< $T_g$   |  |  |  |  |  |
| closed<br>> $T_g$ |  |  |  |  |  |
| Ref.              | RMIT Design Hub Facade                                                              | Hinged Surface<br>(Coelho, 2011)                                                    | Kirigami<br>(Ning, 2018)                                                            | Origami<br>(Ning, 2018)                                                               | Venus Flytrap                                                                         |

Şekil 2.12: Yoon (2019) tarafından yapılan denemeler.

Çalışmanın devamında geliştirilmiş olan beş yaklaşım gün ışığı geçirgenlikleri göz önüne alınarak simülasyon testlerinde kullanılmıştır. Açık ve kapalı halde bina cephesine uygulanmaları durumunda gölgelendirme elemanlarının geçmesine izin verdiği solar radyasyon seviyeleri hesaplanmış olmakla birlikte, binanın termal performansını etkileyen diğer etkenlerin varlığından bahsedilerek bu simülasyonun şekil hafızalı polimerle üretilmiş kinetik cephe elemanının performansını ortaya koymakta tek başına yeterli olmayacağı belirtilmiştir. (Yoon, 2019)

#### 2.2.8. Tafrihi ve Abdel-Rahman Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2018)

Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018) tarafından yapılan çalışmada; dinamik cephe sistemlerinin sahip olduğu çevre şartlarına tepki verebilme özelliğinin, yapılardaki enerji akışını düzenlemekte kullanılabileceğinden bahsedilmiştir. Ardından, bu sistemlerin bir alt başlığı olarak gösterilebilecek olan dinamik gölgelendirme elemanlarının temel faydası olarak gösterilen gün ışığı kaynaklı ısı kazanımını azaltma özelliğine değinilmiş olup; bunun büyük miktarda soğutma yüküne sebep olan iklim şartlarındaki öneminin altı çizilmiştir. Bununla birlikte dinamik gölgelendirme elemanlarının elektriğe ihtiyaç duyan ve yüksek bakım maliyetlerine sebep olabilen aktif sistemlere olan bağımlılıklarının bir dezavantaj olduğunun ortaya konduğu çalışmada, sıcaklık değişimine tepki verebilme özelliğine sahip malzemelerin kullanımı ile bu soruna bir çözüm üretilmesi amaçlanmıştır.



**Şekil 2.13:** Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018) tarafından üretilen, şekil hafızalı alaşım kullanılmış strüktür.

Auxetik olarak adlandırılan, negatif Poisson oranına sahip strüktürler kullanılarak bir yüzey oluşturmanın hedeflendiği çalışmada, sıcaklığa bağlı aktifleşmenin sağlanması adına iki farklı yaklaşım üzerinde durulmuştur. Bunların ilkinde, silikon kullanılarak üretilen yüzey, sistemin iki yanına yerleştirilmiş olan şekil hafızalı alaşım yaylar tarafından harekete geçirilmiştir (şekil 2.13). Ekstra rijit parçalara olan ihtiyaç ortadan kaldırdığından ve aynı aktifleştirme için gereken gücü üretmenin daha kolay olduğundan bahsedilen bir diğer çözüm olarak ise tüm yüzeyin şekil hafızalı malzemeden üretilmesinden bahsedilmiştir. Yapılan denemelerde i  boyutlu olarak yazdırılabilirliği nedeniyle Vero-Blue isimli bir şekil hafızalı polimer kullanılmış olmakla birlikte (şekil 2.14), çalışmanın devamında büyük ölçekli üretimde çok daha avantajlı olan yüksek basınçlı su kullanılarak kesilerek üretilen şekil hafızalı poliüretan malzemelerin kullanımı tavsiye edilmiştir.

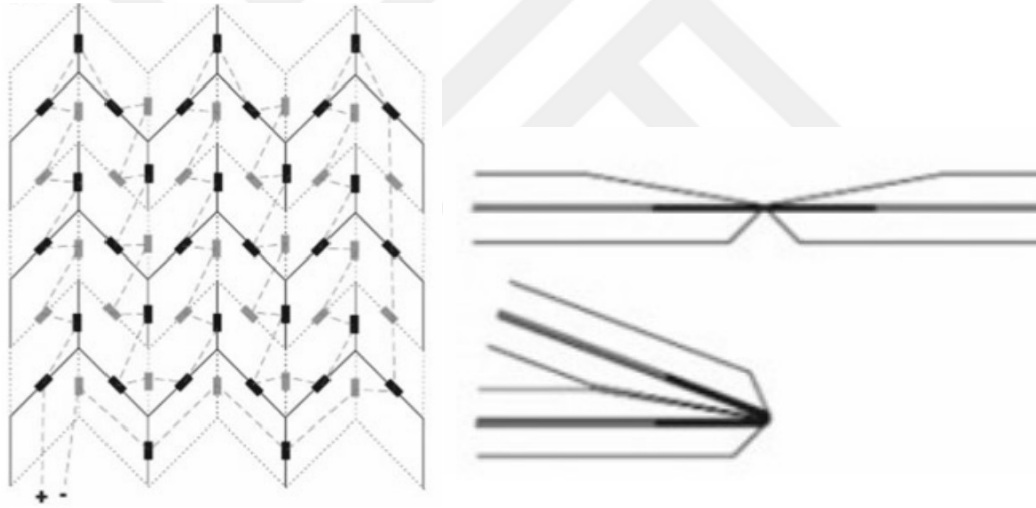


**şekil 2.14:** Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018) tarafından üretilmiş şekil hafızalı polimer yüzey.

şekil hafızalı poliüretandan üretilen bu yüzeylerin yalıtımlı cam birimlerin içerisine yerleştirilerek kullanılması öngörülmüştür. Gölgelendirme fonksiyonuna ek olarak, iki cam paneli arasında bulunacak poliüretan malzemenin üretilen birimlerin U değerini yükselterek yalıtım performansını da artıracadığı savunulmuştur. (Tafrihi ve Abdel-Rahman, 2018)

### 2.2.9. Albag vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2019)

Mimari cephelerde akıllı malzemelerin kullanım olanaklarını gözler önüne sermeyi amaçlayan çalışmalarında Albag vd. (2019), yeni malzemeler üzerine yapılan araştırmaların kabuk tasarımında farklı çözümlerin üretilmesine sebep olduğundan bahsetmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilmiş olan projede ise düşük miktarda bakım ihtiyacı bulunan ve esnek uygulama alanlarına sahip bir kinetik cephe sistemi oluşturmanın hedeflendiğinden bahsedilmiş olup; sıcaklık değişimi sonrasında anlık olarak kendi şeklini değiştirebilme özelliğine sahip olan şekil hafızalı alaşımların bu gibi sistemlerde çevresel değişiklikleri algılayıcı ve herhangi bir kontrol birimine ihtiyaç duymadan sistemi harekete geçirici elemanlar olarak kullanımlarının mümkün olduğu ortaya konmuştur.



**Şekil 2.15:** Albag vd. (2019) tarafından geliştirilen projede kullanılan Miura-Ori origami deseni (solda) ve plaklar arası bağlantı şekli (sağda).

Bu durumdan yola çıkarak üretilen projede ise, çift katmanlı ahşap plakalardan hareketli bir cephe sistemi oluşturulmuştur. Sistemin hareketini kurallı hale getirmekte kullanılan Miura-Ori origami deseninin, yüzeyi oluşturacak plakaları birbirine bağlamakta kullanılan şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş elemanlar aracılığıyla harekete geçmesi hedeflenmiştir. Alaşımın görünmez bir menteşe

şeklinde çalışması adına folyo şeklinde tercih edilen bağlantı elemanları, iki ahşap plaka arasına yerleştirilmiştir (Şekil 2.15).



**Şekil 2.16:** Albag vd. (2019) tarafından oluşturulan hareketli saçak tasarımı.

Çalışmada elde edilen bu sistem, Albag vd. tarafından pencere gibi cephe boşlukları üzerinde sıcaklığa bağlı olarak aktifleşecek bir saçak oluşturmakta kullanılmıştır (Şekil 2.16). Üretilen bu sistemin, Tomsk şehrine ait 1 Temmuz tarihli gün ışığı verileri kullanılarak yapılan bir simülasyon sonucunda içeri giren solar radyasyon seviyesini %35 azaltarak soğutma yükünü düşürebileceği ortaya konmuştur. (Albag vd., 2019)

#### **2.2.10. Schneider vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanları (2020)**

Cephe sistemlerinin giderek çok amaçlı bir hale geldiğinden ve bu durumun giderek daha kompleks hale getirmekte olduğu sistemlerin bakımının da aynı oranda zorlaşmasının bir sorun haline geldiğinden bahsettiği çalışmada Schneider vd. (2020), çevre şartlarında meydana gelen değişikliklere kendiliğinden cevap verebilme özelliğine sahip olan akıllı malzemelerin bu bağlamda mekanik alternatiflerine oranla daha avantajlı olabileceğinden bahsetmektedir. Buna ek olarak

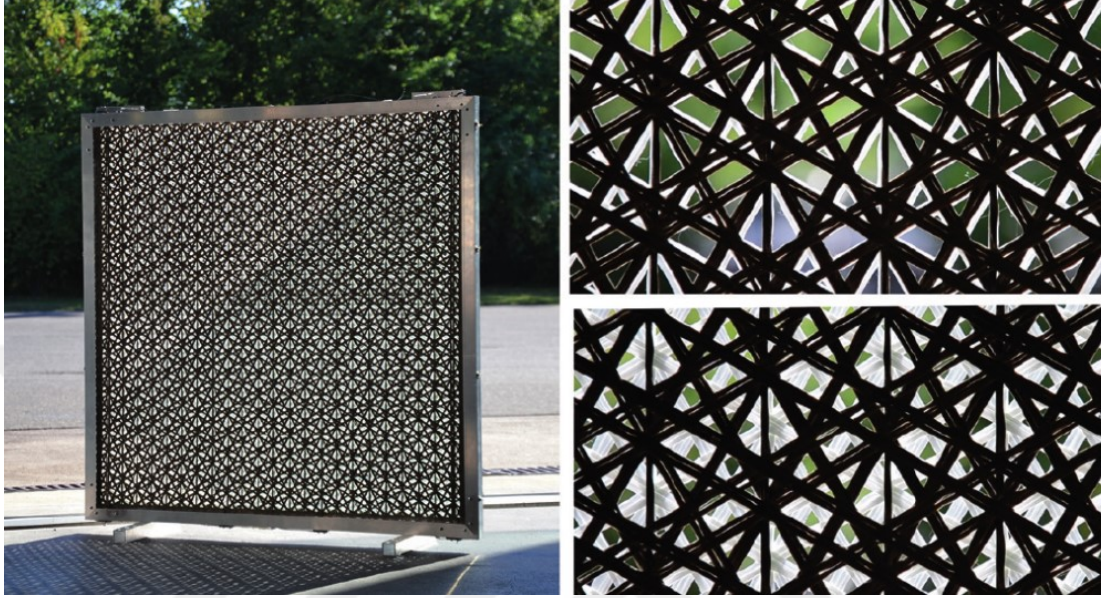
Çalışmada kumaş malzemenin esnek yapısı sayesinde neredeyse sınırsız farklı formu sağlayabilmesinin, şekil hafızalı alaşımlarla bir araya getirildiğinde evre şartları, kumaş ve alaşım arasında uyumlu bir sistem kurulabilmesinde etkili olacağı savunulmuştur. Yapılan değerlendirmelerin ardından, “Mesh” ve “Wave” adı verilen iki prensibin projeleştirilmesine karar kılınmıştır.



**şekil 2.17:** Schneider vd. (2020) tarafından üretilmiş Adaptex Wave prototipi.

Geliştirilen projelerin ilki olan Adaptex Wave ile, kumaş malzemenin gerginliği ve şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş tellerin sıcaklığa bağlı hareketinden faydalanarak şekil değiştirmekte olan bir yüzey oluşturmayı hedeflenmiştir. Birbirine paralel olarak yerleştirilen kumaş bantların her birinde, yer alan alaşım telin sebep olduğu bükülme yüksek sıcaklıklarda kapalı bir yüzey oluşturmaktayken, şekil hafızalı davranışını sonlandığı durumda kumaşın gerginliği sistemin orijinal şekli almasında kullanılmıştır. 1m\*1m boyutunda üretilen ilk prototipte (şekil 2.17) opak,

esnek ve cam elyafı destekli bir kumaş tercih edilmiştir. Her bandın birbirinden bağımsız olması sayesinde kısmi olarak da aktifleştirilebilen prototipin, açıklık-kapalılık oranı %70 ile %5 arasında değişebilmektedir.



**Şekil 2.18:** Schneider vd. (2020) tarafından geliştirilen prototip (solda) ve oluşturulan desenin açık ve kapalı hali (sağda).

Aynı çalışma kapsamında geliştirilen bir diğer sistem olan Adaptex Mesh için Schneider vd. (2020), basit ve malzeme kullanımı açısından verimli bir yaklaşım geliştirme hedefinden bahsetmektedir. Birbirine eş boşluklara sahip en az iki katmanlı bir yüzey oluşturulmasına ihtiyaç duyan bu yaklaşımda, bu katmanların bir ya da birkaçının tek yönlü olarak hareket ettirilmesi ile söz konusu boşlukların açık ya da kapalı konuma gelmesi söz konusudur. Öyle ki, katmanlarda bulunan boşlukların birbiri ile hizalanması ışık geçirgenliğini en üst düzeye çıkarmaktayken, şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş bir tel kullanılarak bu hizalanmanın farklı miktarlarda bozulması ışık geçirgenliğinin sıcaklığa bağlı olarak azaltılabilesine olanak sağlamıştır. 1m\*1m boyutunda üretilmiş prototipte (Şekil 2.18) kullanılan şekil hafızalı alaşım tel, yüksek sıcaklıkta katmanlardan birisini yukarı doğru çekmekte; şekil hafızalı davranışın sona erdiği durumda ise kumaşın ağırlığı sistemin orijinal pozisyonuna geri dönmesini sağlamaktadır. Çalışmada Adaptex Mesh'in

farklı boşluk desenleriyle uygulanması sayesinde farklı görsel tercihler gibi değişik senaryolara uyum sağlayabilecek bir sistem olduğundan bahsedilmiştir. (Schneider vd., 2020)

#### 2.2.11. Yi vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2020)

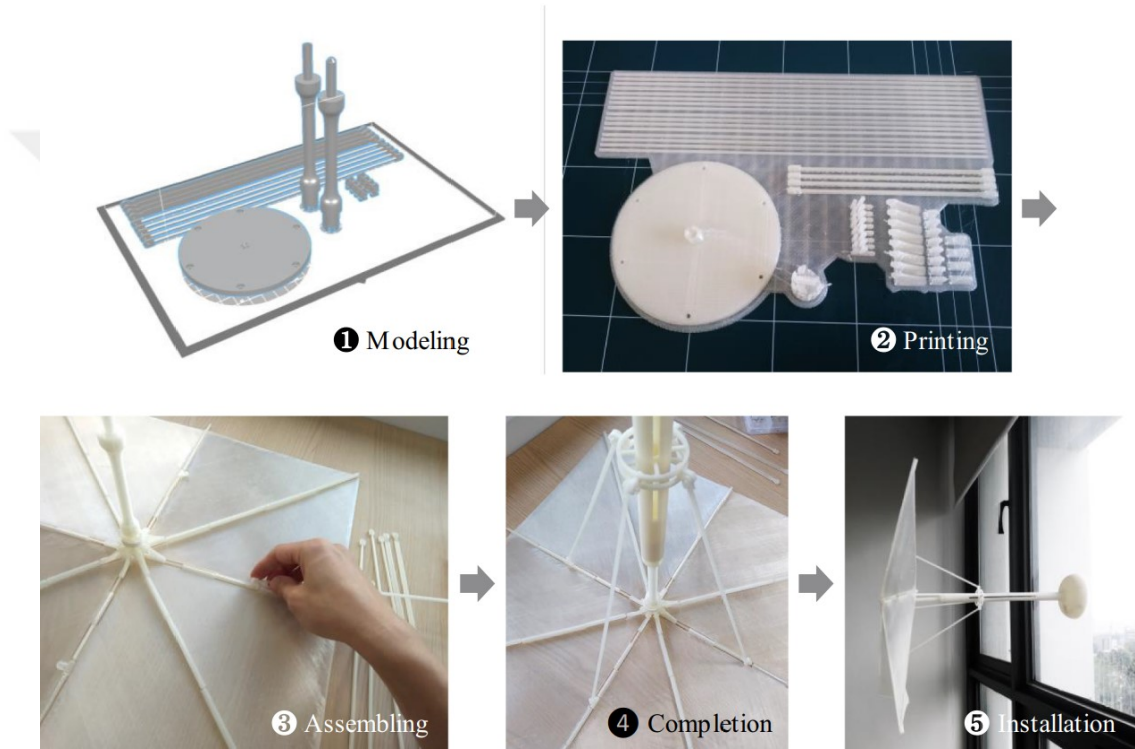
Uyarlanabilir, kinetik yapıların kullanım potansiyelinin akademik kanıtları bulunmasına rağmen, sürdürülebilir mimari uygulamalarında kullanım örneklerinin kısıtlılığından bahsettiği çalışmasında Yi vd. (2020), söz konusu sistemlerde uygulama ve metotlara yönelik önerilere ihtiyaç duyulduğunu savunmuştur. Çalışmada bu duruma bir cevap olarak şekil hafızalı alaşım kullanarak aktifleşen, düşük maliyetli, esnek ve değişen iklim şartlarına uyum sağlayabilen bir gölgelendirme elemanı tasarlanması amaçlanmıştır. Bununla birlikte tasarlanan gölgelendirme elemanı, şekil hafızalı malzemelerle aktifleştirmenin mümkün olamayacağı senaryolar da göz önüne alınarak mekanik aktifleştirme sistemlerine de uyarlanmış, elde edilen iki sistemin verimlilikleri birbiri ile karşılaştırılmıştır.



**Şekil 2.19:** Yi vd. (2020) tarafından 3D yazıcı ile üretilmiş gölgelendirme elemanı ve tasarımında tercih edilen origami deseni.

Tasarlanan gölgelendirme elemanının hareketli yüzeyinin oluşturulmasında bir origami deseni olan “waterbomb” tercih edilmiştir (Şekil 2.19). Söz konusu tercihte deseni oluşturan parça sayısının az olması, etkili bir katlanma hareketi sağlama ve modüler birimler kullanılarak birleştirilebilmesinin kolaylığının etkili olduğundan bahsedilmiştir. Bununla birlikte tercih edilen desen üzerinde yapılan simülasyonlarda

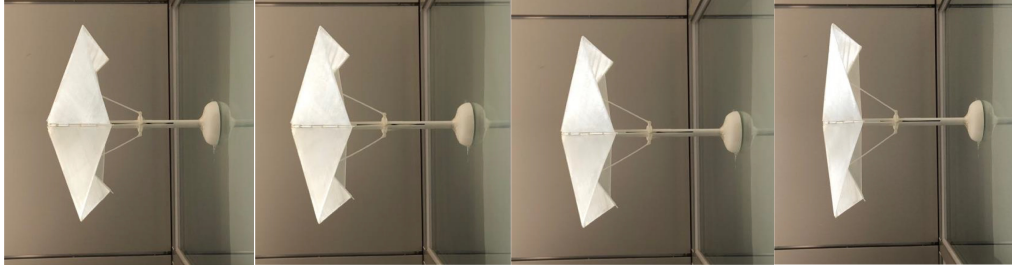
şeklin kenarlarında deformasyonlar oluştuğunun gözlemlenmesi sonucunda, desenin katlanma miktarının 60° ile limitlenmesinin strüktür ve materyal stabilite adına tercih edildiği de eklenmiştir. Çalışmada tasarlanan gölgelendirme elemanına ait parçaların 3D bir yazıcı ile üretilmesi amaçlanmış olduğundan, yapılan tasarımda ihtiyaç duyulan parçalar 350\*350\*350mm üretim hacmine uygun olarak belirlenmiş; daha büyük üretim hacminin mümkün olmakla birlikte maliyet ve üretim zorlukları nedeniyle tercih edilmediğinden bahsedilmiştir (Şekil 2.20).



**Şekil 2.20:** 3D yazıcı ile üretilen elemanın üretim aşamaları. (Yi vd. 2020)

Sistemin aktifleştirilmesinde kullanılacak şekil hafızalı alaşımda, benzeri uygulamalarda sıklıkla kullanılan Nitinol tercih edildiğinden bahsedilmiştir. Çalışmada, üretilen tasarımda ihtiyaç duyulan aktifleştiricinin origami katlanma hareketine uyumlu ve büyük miktarda çizgisel yer değiştirme sağlayabilecek olması gerektiği belirtilmiştir (Şekil 2.21). Malzemenin plaka halinde kullanılması durumunda tekrar eden hareketin metal yorgunluğuna sebep olabilmesi ve çizgisel hareketleri yapmak üzere eğitiminin zorluğu da gerekçe gösterilerek yay şeklinde bir

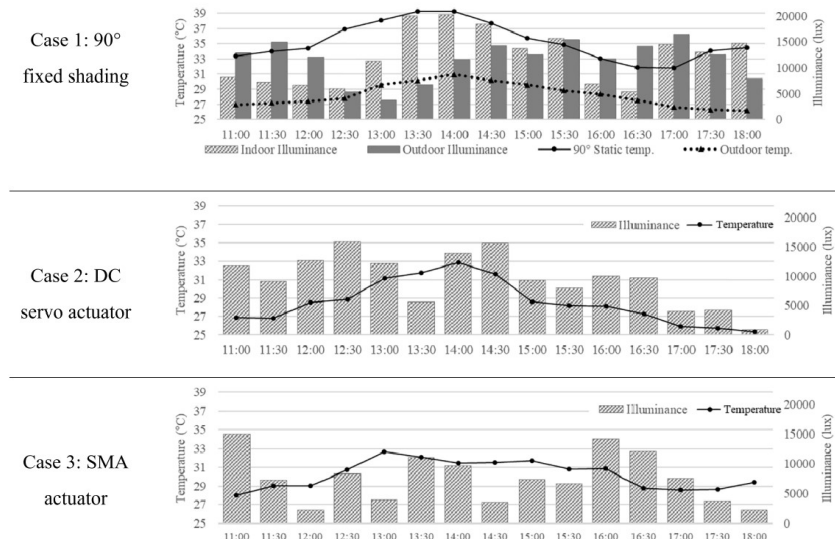
şekil hafızalı alaşımın sistemi aktifleştirmekte kullanılmasına karar verildiğinden bahsedilmiştir.



**Şekil 2.21:** Gölgeleme elemanının, Nitinol kullanılarak elde edilen, 18.2°C, 21.3°C, 25.6°C ve 32.3°C sıcaklıklarındaki şekil değişimi. (Yi vd., 2020)

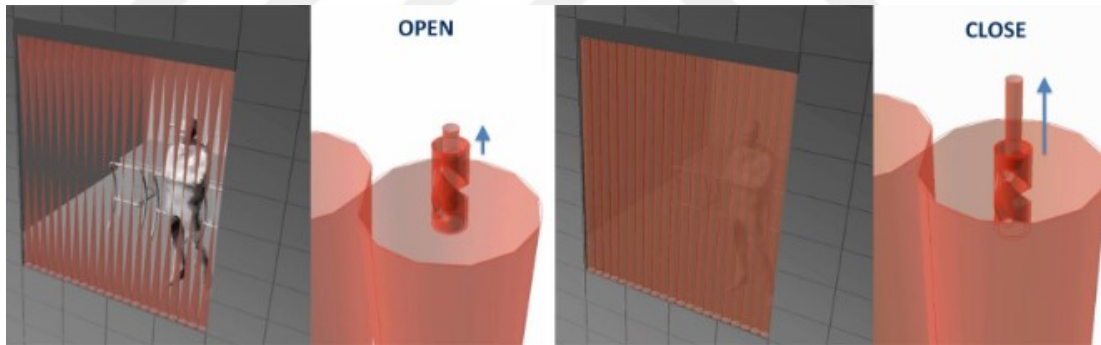
Yapılan performans incelemeleri değerlendirildiğinde şekil hafızalı malzemenin iklime uygun aktifleşme sıcaklığı tercih edilmesi, yüzey oluşturmakta kullanılan malzemenin fiziksel özellikleri gibi çeşitli değişkenlerin varlığından söz edilmekle birlikte, şekil hafızalı malzeme kullanımının sistemde yeterli gün ışığı geçişini sağlayabilirken, sıcaklık ve soğutma için kullanılacak enerji yükünün kontrolünde etkili olabildiği ortaya konmuştur (Tablo 2.1). (Yi vd., 2020)

**Tablo 2.1:** Yi vd. (2020) tarafından yapılan denemelerde sabit gölgeleme, servo motor ve şekil hafızalı alaşım ile aktifleştirilen sistemlerin gösterdiği sıcaklık ve aydınlanma seviyeleri.



### 2.2.12. Vercesi vd. Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2020)

Vercesi vd. (2020), son yıllarda yapı kabuklarında kullanılan saydam yüzey oranının giderek artmakta olduğundan bahsetmiş oldukları çalışmalarında bu durumun kullanıcı konforu ya da enerji tüketimi gibi açılardan dezavantajlara sahip olabileceğini ortaya koymuştur. Şekil hafızalı malzemelerin dinamik cephe sistemlerinde kullanımı ise enerji tüketimine sebep olan ve sistemin karmaşıklığını artırmaları nedeniyle bakım maliyetini yükselten mekanik parçalara bir alternatif oluşturabilmektedir. Çalışmada önerilmiş olan cephe sistemi, üst ve alt yüzeyleri birbirinden bağımsız olarak dönebilmekte olan silindirik bir yüzey barındırmaktadır. Bu dönme hareketinin bir sonucu olarak yüzeyi oluşturan dikey liflerde oluşacak burkulma ile ışık geçişini kontrol edebilecek bir açılma-kapanma hareketi elde edilmesi amaçlanmıştır (Şekil 2.22). Dönme hareketi, şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş bir yay sayesinde elde edilmiştir.

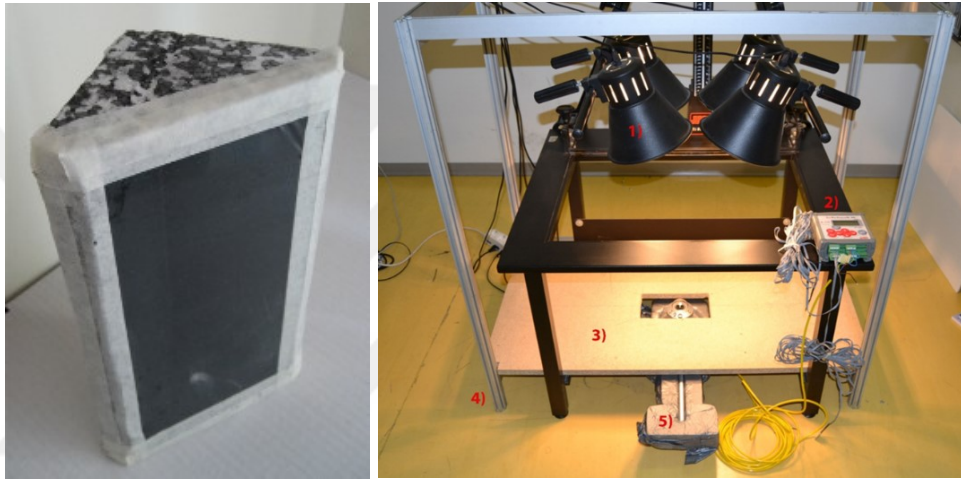


**Şekil 2.22:** Vercesi vd. (2020) şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş olan bir yay aracılığıyla harekete geçirilen gölgelendirme sistemi.

Yüzeyin gerçekleştirmekte olduğu hareketin, onu oluşturan malzemelerin boyunda uzamaya sebep olması nedeniyle ortaya çıkabilecek komplikasyonlar bulunduğundan da bahsedilmiştir. Silindirlerin boyunu yarıçaplarına oranla uzatmanın çok daha basit bir mekanizma kullanımını mümkün kılmakla birlikte, yüzeyin ışık geçirgenliğini kontrol etmeyi zorlaştırdığından bahsedilmiştir. Çalışmada sistemin tekstil, metal ya da plastik gibi farklı malzemelerin kablo, şerit ya da tüp halinde kullanımına izin

verecek esnekliğe sahip olduğu savunulmuştur. Bununla birlikte kablo ve şerit şeklinde kullanımın, görsel sorunlar ortaya çıkma ihtimalinin daha düşük olması nedeniyle tercih sebebi olabileceği eklenmiştir.

Sistem performansı analizi için Milan, İtalya'daki iklim verileri kullanılarak oluşturulan ortama, termal bir kutu yerleştirilerek, laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.23). (Vercesi vd., 2020)

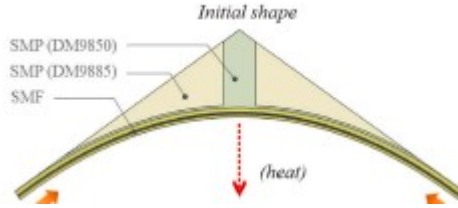


**Şekil 2.23:** Vercesi vd. (2020) tarafından üretilen termal kutu (solda) ve deney düzeneği(sağda).

### 2.2.13. Yi ve Kim Tarafından Geliştirilen Cephe Elemanı (2021)

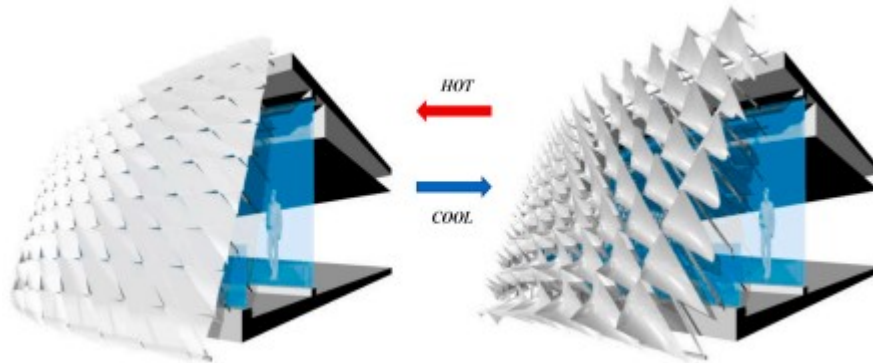
Yi ve Kim, sıcak iklim görülen bölgelerde gün ışığıyla enerji kazanımının yüksek enerji tüketimine sebep olmasının, yapılarda kinetik cephe sistemleri gibi çözüm arayışlarının ortaya çıkmasında önemli bir role sahip olduğundan bahsetmiştir. Buna karşılık, sıklıkla kullanılan mekanik sistemlerin yüksek bakım maliyetleri, enerji tüketimi ve gürültüye sebep olabilmeleri gibi dezavantajları bulunabileceğini eklemiştir. Çalışmada, üretim ve kullanım olanakları giderek artan akıllı malzemelerin çevre şartlarına uyum sağlayabilen mimari uygulamalarda bu gibi sorunların çözümüne olanak sağladığı savunulmuştur. Yapılan çalışmada, kinetik bir cephe sistemini aktifleştirmede kullanılabilecek iki farklı akıllı malzeme kategorisi

olan şekil hafızalı alaşım ve polimerlerin farklı avantajlarını bir araya getirebilen bir tasarım oluşturulması hedeflenmiştir. Tek bir malzeme kullanılarak çift yönlü şekil hafızalı davranış oluşturma mümkün olmasına rağmen, bu davranışın genellikle kararsız ve kolay bozulabilir olması nedeniyle birden fazla tek yönlü şekil hafızaya sahip malzemeden üretilcek bir kompozitin kullanımında karar kılınmıştır.



**Şekil 2.24:** Üç farklı şekil hafızalı malzeme kullanılarak üretilmiş cephe elemanı yüzeyi. (Yi ve Kim, 2021)

Bitkilerde bulunan stoma hücrelerinin hareketinden ilham alınarak üretildiğinden bahsedilen cephe elemanı, üç farklı şekil hafızalı malzemeden üretilmiş bir yüzeye sahiptir (Şekil 2.24). Bu yüzey yüksek sıcaklıkta düz bir hale gelip ışık ve enerji girişini engellemeyi, düşük sıcaklıklarda ise bir hiperbolik paraboloid şekli alarak birimler arasında oluşacak boşluklar sayesinde cephe geçirgenliği sağlamayı hedeflemiştir (Şekil 2.25).



**Şekil 2.25:** Yi ve Kim (2021) tarafından üretilen cephe elemanının sıcaklığa bağlı hareketi.

Çalışmanın devamında 4D yazdırma sonucu üretilmiş olan paneller ile denemeler yapılarak istenilen üç boyutlu hareketin gözlemlendiğinden bahsedilmiştir. Bununla birlikte, tasarlanan cephe elemanının bina cephesi inşasında yaygın bir şekilde kullanımı için aşılması gereken bazı sorunlar bulunduğu eklenmiştir. Bu sorunlar arasında malzemeden kaynaklanan kontrol edilebilirlik miktarı ve tepki hızı, rüzgar yükü gibi çevre şartlarına direnebilme, yıpranma, malzeme boyutlarına dair üretim ve uygulamada ortaya çıkabilecek boyutsal sınırlamalar, varolan yapılara yapılacak uygulamanın maliyet açısından ne kadar avantajlı olabileceği gibi örnekler gösterilmiştir. Yi ve Kim (2021) geliştirdikleri tasarımın sınırlamaları mevcut olmasına rağmen şekil hafızalı malzemelerin mimari uygulama potansiyelinin anlaşılmasına ve şekil hafızalı malzemeler ile daha kompleks cephe sistemlerinin de üretilebileceğini kanıtlayabileceğinden bahsetmiştir. (Yi ve Kim, 2021)

### **2.3. Şekil Hafızalı Malzemelerin Mimari Cepheelerde Kullanımına Yönelik Proje Örneklerinin Değerlendirmesi**

İncelenen proje örneklerinin son yıllardaki artışı göstermektedir ki, şekil hafızalı malzemelerin bina cephesinde kullanımına yönelik çalışmalar giderek popülerlik kazanmaktadır. Bu çalışmalar arasında tamamen pasif sistemler oluşturulmasının hedeflendiği örnekler olduğu gibi (Yi vd., 2019; “Air Flower”, 2022; Formentini ve Lenci, 2018; Yoon, 2019), sistemin aktifleşmesi için enerji tüketimine ihtiyaç duyulan çalışmaların daha farklı değişkenler doğrultusunda harekete geçebilme olanağı ortaya çıkabilmektedir (“Interactive "living glass" regulates air quality”, 2022). Kinetik bir cephe sisteminin doğal havalandırma, gün ışığı kullanımını düzenleme, ses yalıtımı, estetik hareketlilik gibi çeşitli amaçlarla kullanılabileceği göz önüne alınırsa daha çeşitli değişkenlere tepki verebilme özelliğinin halen önemli bir eksiklik olduğundan bahsedilebilir. Buna karşılık özellikle bina performansını artırmayı hedefleyen sistemlerde enerji tüketimi bulunmaması önemli bir özelliktir. Enerji tüketiminin mevcut olduğu örneklerde ise şekil hafızalı malzemelerin sistemin hareketinde gürültü oluşumunu engelleme, sistemi daha basit hale getirebilme gibi çeşitli amaçlarla sistemlerin içine dahil edilebileceğinden bahsedilmiştir.

Tablo 2.2’de görülmektedir ki, son yıllarda geliştirilen çalışmalarda enerji tüketimi olmadan aktifleşebilen kinetik cephe elemanları üzerine yapılan çalışmalar, şekil hafızalı malzeme kullanılan cephe elemanları arasında giderek daha önemli hale gelmiştir. Yapılan literatür değerlendirmesinde, şekil hafızalı alaşım kullanımı görülen örneklerin polimer kullanımının mevcut olduğu örneklerle göre sayıca daha fazla oldukları görülmektedir. Şekil hafızalı polimerlerin daha düşük maliyetli olabilmesine karşın, alaşımlarda daha hızlı hareketlenme ve daha yüksek güç üretimini sağlanabilmesinden bahsedilebilmektedir. Yi ve Kim (2021) tarafından her iki türden malzemenin sahip olduğu avantajlardan faydalanmayı amaçlayarak geliştirilen sistem ise şekil hafızalı kompozit çalışmaların öncü bir örneği olabilmesi açısından ilgi çekicidir.

**Tablo 2.2:** İncelenen projeler kullanılan malzeme, enerji ihtiyacı ve kullanım amacına göre değerlendirmesi.

|                                 | Yıl  | Şekil Hafızalı Malzeme Türü | Enerji İhtiyacı | Kullanım Amacı |               |
|---------------------------------|------|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------|
|                                 |      |                             |                 | Havalandırma   | Gölgelendirme |
| Yang ve Benjamin (Living Glass) | 2005 | Alaşım (Nitinol)            | +               | +              | -             |
| Anshuman (Pixelskin02)          | 2006 | Alaşım (Nitinol)            | +               | -              | -             |
| LIFT (Air Flower)               |      | Alaşım                      | -               | +              | +             |
| Decker ve Yeadon                |      | Alaşım (Nitinol)            | -               | -              | +             |
| Li vd. (TUB)                    | 2016 | Alaşım                      | +               | -              | +             |
| Formentini ve Lenci             | 2018 | Alaşım (Nitinol)            | -               | +              | -             |
| Yoon                            | 2019 | Polimer (SMP Tech. MM5520)  | -               | -              | +             |
| Tafrihi ve Abdel Rahman         | 2018 | Polimer                     | -               | -              | +             |
| Albag vd                        | 2019 | Alaşım (Nitinol)            | -               | -              | +             |
| Schneider vd. (Adaptex)         | 2020 | Alaşım                      | -               | -              | +             |
| Yi vd.                          | 2020 | Alaşım (Nitinol)            | - ve +          | -              | +             |
| Vercesi vd.                     | 2020 | Alaşım                      | -               | -              | +             |
| Yi ve Kim                       | 2021 | Polimer + Alaşım            | -               | -              | +             |

Proje örnekleri kullanım amaçları açısından değerlendirildiğinde; temel olarak havalandırma ve gölgelendirme hedefiyle üretildikleri görülmektedir. Mevcut örneklerin arasında, gölgelendirmenin hedeflendiği sistemlere sıklıkla rastlanmaktadır.



### 3. YÜZEY OLUŞTURMA STRATEJİSİ VE RİJİT ORİGAMİ

Şekil hafızalı malzemelerin cephe sistemlerinde kullanımı, önceki bölümde de bahsedildiği üzere enerji gereksinimini ortadan kaldırma, bakım maliyetlerini düşürme, daha sessiz hareket edebilme gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Bununla birlikte, üretim ve eğitim süreçlerinin çoğunlukla laboratuvar ortamında yapılması ve üretimin endüstriyel olarak henüz yaygınlaşmaması gibi gerekçeler nedeniyle yükselen maliyetleri de göz önüne alındığında şekil hafızalı malzemeler hareketli bir yüzey oluşturmak yerine çevre şartlarındaki değişimi algılama ve sistemin hareketini sağlama gibi kendilerinden beklenen temel rolleri yerine getirecek optimum miktarda kullanılmaları gerekmektedir. Şekil hafızalı malzemelerin bu rolleri yerine getirebilmesi durumunda, hedeflenen gölgelendirmeyi sağlayacak bir yüzeye ve bu yüzeyin şekil hafızalı davranış doğrultusunda hareketine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada oluşturulan cephe elemanında tüm sistemin tek noktadan harekete geçirilebilmesi, kurallı bir şekilde hareket edebilmesi, söz konusu hareket sırasında oluşabilecek geometrilerden ek faydalar sağlanabilmesine yönelik potansiyel gibi ihtimaller göz önünde bulundurularak rijit origami prensiplerinden faydalanma düşüncesi öne çıkmıştır.

Rijit origami; origaminin, temelinde bulunan kağıt katlama sanatının aksine kullanılan malzemenin esnekliğinin kullanılmaması (yüzeylerin her daim düz kalması) nedeniyle çeşitli mühendislik uygulamalarında karşılaşılabilen bir alt dalına verilen isimdir. Düz, katı plaklar ve bu plakların kenarlarında bulunan menteşe benzeri harekete izin verecek prensiplerle birbirine bağlanmasını temel yaklaşım olarak kabul etmektedir.

Büyük, düz bir yüzeyin katlanarak görece çok daha kompakt bir hale gelebilmesine imkan sağlayan rijit origami, başta uzay araçları ve uydular gibi çeşitli mühendislik ürünlerinde kendisine yer bulabilmektedir. Her katlanma deseninin kendine has özellikler göstermesi ile birlikte rijit origami, sahip olduğu özgürlük derecesine (degree of freedom) göre az sayıdaki plak arasındaki açının değişimiyle tüm sistemin kontrollü hareketini sağlayabilme, katlanmış plak sistemlere benzer strüktürel davranış gösterebilme gibi avantajlara sahip olması açısından mimari ve mühendislik uygulamalarında kullanılma potansiyelinin yükekliliğinden bahsedilebilir bir hale gelmektedir.

Origami katlamalarında yukarı yönde hareket eden bir katlama kenarı ‘dağ’ aşağı doğru hareket eden ise ‘vadi’ olarak adlandırılmaktadır. Düz katlama (flat folding) için gerekliliklerden bahseden Maekawa teoremi, söz konusu katlama kenarlarının bir araya geldiği her noktada ‘dağ’ ve ‘vadi’ katlama sayıları arasında, hangisinin daha fazla olduğu fark etmeksizin, iki fark olması gerektiğinden bahseder. Kawasaki teoremi ise yine düz katlama sağlanabilmesi için söz konusu noktalarda birbirini takip eden katlamalar arasındaki tek (birinci, üçüncü, beşinci...) ve çift (ikinci, dördüncü, altıncı...) açılarının toplamının birbirine eşit olması gerektiğini söylemektedir.

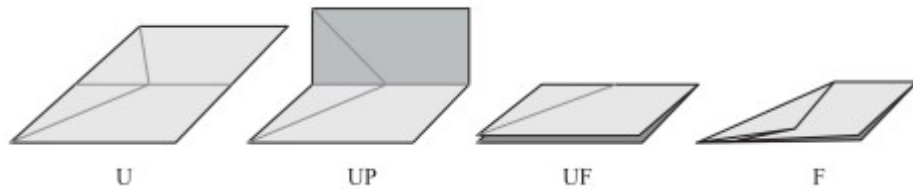
Kaynaklar incelendikten sonra “Rijit Origami Kullanım Alanları”, “Rijit Origami Sistemlerinin Aktifleşmesi”, “Rijit Origami Desenleri ve Katlanma Kuralları” alt başlıkları altında ele alınacaktır.

### **3.1. Rijit Origami Kullanım Alanları**

Tomohiro Tachi , mimari ve mühendislik alanlarında uygulama potansiyelinde sahip bazı katlanma desenleri üzerindeki çalışmalarından bahsetmiştir. Çalışma, rijit origami ile oluşturulacak strüktürlerin mimari ve mühendislikte kullanımı için geometrik değişimlerin deneme yanılma ile gözlemek yerine, istenilen davranışın

kinetik origami kuralları ile öngörülebilir bir şekilde tasarlanmasında kullanılabilecek genel-geçer metodların üretilmesi gerektiğini savunur. Çalışmanın devamında ise üçgen ve dörtgen temelli katlanma desenleri incelenmiş, rijit katlanma sağlanması için gereken şartlar açıklanmaya ve geometrik olarak formülize edilmeye çalışılmıştır. Son olarak yapılan bir tasarım örneği üzerinden ortaya konulan metodun mimari alanda kullanım potansiyeli gösterilmeye çalışılmıştır. (Tachi, 2010)

Rijit origami prensiplerinin mühendislik uygulamalarında kullanım potansiyeline yönelik olarak Avila vd. , *Origami fold states: Concept and design tool* çalışmasında origamiye yönelik araştırmaların genellikle tüm desenin katlanmamış (unfolded), düz katlanmış (flat folded) ve tamamen katlanmış (fully folded) olmak üzere üç hale odaklanmış olduğunu ancak origami temelli tasarımda bu üç katlanmışlık seviyesinden daha fazlasının göz önüne alınması gerektiğini savunmaktadır ve bahsedilenlere ek olarak çeşitli katlanma seviyelerine yönelik özellik ve davranışları incelemiştir. İnceleme sürecinde Avila (2019), origami desenlerinde bulunan her katlanma kenarını U (Unfolded), P (Partially Folded) ve F (Fully Folded) katlanma derecelerini daha önce üretilmiş ürünler üzerinden incelemiştir (Şekil 3.1). Bu inceleme sonucunda söz konusu katlanma dereceleri ve bunlar arasındaki kombinasyonların hangi özellikleri gösterdiği ve bu sayede hangi amaçlarla kullanılabileceği ortaya koyulmuş; söz konusu katlanma dereceleri ve kombinasyonların hangi tasarım ihtiyaçlarını doğrultusunda tercih edilebileceğine yönelik bir kılavuz oluşturulmaya çalışılmıştır. (Avila vd., 2019)

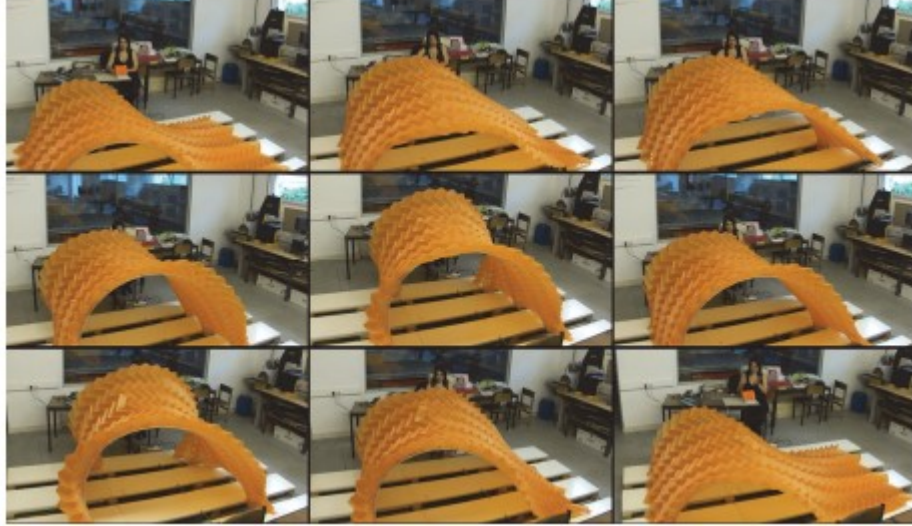


**Şekil 3.1:** Avila'nın çalışmasında incelenen, bir desende görülebilecek farklı katlanmışlık düzeylerinden bazıları. (Avila vd, 2019)

Schenk ve Guest , katlanmış desenli plaka (folded textured sheets) adı verilen bir yaklaşım doğrultusunda origami desenleri ile katlanmış plakların malzeme esnekliği ya da geometrik esneklikleri doğrultusunda deforme edilebilmesinin sağlayabileceği ekstra imkanlardan bahsetmiştir. Origami temelli strüktürlerin çeşitli uygulama alanlarının halihazırda bulunduğundan bahsedilmiş olan çalışmada, Origami'nin hem esnek, hem de katı davranış gösterebildiği farklı bozunum biçimlerine sahip olmasından faydalanılmıştır. Bu strüktürlerin farklı ihtiyaçlar karşısında şekil değiştirebilirken sahip oldukları bütüncül yüzeyi korumaları amaçlanmıştır. Çalışmanın devamında ise söz konusu deformasyonlar kinematik olarak incelenmiş ve sertlik (stiffness) analizi yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, incelenmiş olan iki katlanma deseninin davranışında malzemelere ait özellikler yerine geometrinin etkili olduğu ortaya konmuştur. (Schenk ve Guest, 2010)

Gelişen teknoloji ve değişen talepler doğrultusunda mimari tasarımların esnekliğinin artmasına yönelik bir eğilimin söz konusu olduğunu savunan Osorio, Paio ve Oliveira, rijit origamiyi temel alan katlanma hareketlerinin bu ihtiyacı karşılamakta kullanılabilecek yaklaşımlardan biri olduğundan bahsetmiştir. Çalışmada her kullanıcının kendi ihtiyaçları ve içinde bulunulan bağlam doğrultusunda düzenleyebileceği bir strüktür oluşturulması hedeflenmiştir. Origami, kinetik sistemler, malzeme ve bilgi sistemleri üzerine yapılan incelemeler sonucunda ilk olarak küçük ölçekli, sonrasında ise gerçek boyutlu prototipler oluşturulmuştur. Yapılan incelemeler sırasında origami desenleri ve bu yüzeyleri harekete geçirecek güçlerin hesaplanmasında simülasyon kullanımının oldukça sınırlayıcı olduğundan ortaya konan olan çalışmada, incelemelerin kağıt modeller üzerinden yapılan denemeler ile yürütüldüğünden bahsedilmiştir. Çalışmanın devamında kullanılan Miura-Ori deseninin kendi kendini taşıyabilme, tahmin edilebilirlik ve kolay kontrol edilebilirliği gibi avantajları olduğundan bahsedilmiştir. Polipropilen malzemeden elde edilen plakaların bilgisayar kontrollü motor ve kablolardan oluşan bir sistemle harekete geçirilmesi sağlanmıştır. Çok sayıda plakadan oluşturulan origami deseni, hem kendisine ait hem de malzemenin sahip olduğu esneklik sayesinde farklı şekillerin verilebildiği, hareketli bir strüktür oluşumunda kullanılmıştır (Şekil 3.2). Çalışmada elde edilen strüktürün farklı origami desenleri, malzeme ve çevre

şartlarına uygun şekilde geliştirilme potansiyelinden bahsedilmiştir. (Osorio, Paio ve Oliveira, 2014)



**Şekil 3.2:** Çalışmanın sonucunda elde edilmiş olan uyarlanabilir strüktür. (Osorio, Paio ve Oliveira, 2014)

2017 tarihli çalışmasında Mazucchi, kinetik modüler strüktürlerin tekrar kullanılabilirlik, uyarlanabilirlik ve kolay uygulanabilirlik gibi çeşitli avantajlara sahip olduğundan bahsetmiştir. Çalışmanın devamında ise, bu tarz bir strüktür oluşturmakta rijit origami prensiplerinin kullanım potansiyeli üzerinde durulmuştur. Çalışma kapsamında negatif ve pozitif Gauss eğrilikleri sağlayabilen, rijit ve kalın plaklardan üretilen, aynı birimin tekrarına dayalı bir üretimin yapılabilmesine olanak sağlayan Resch katlama deseninin tercih edildiğinden bahsedilmiştir. Plak kalınlıklarının devreye girdikleri noktadan itibaren katlanma hareketini sınırlamaya başladığından bahsedilen çalışmada, bu soruna karşılık iğne bağlantılarla oluşturulan bir mekanizma çözüm önerisi olarak sunulmuştur (Şekil 3.3). İleriye dönük hedefler arasında ortaya konulan sistem ve modülün strüktürel analize ihtiyaç duyduğu ve tasarım sürecinde geliştirilen bilgisayar programlarının kullanıcı arayüzüne ihtiyaç duyduğundan bahsedilmiştir. (Mazucchi, 2017)



**Şekil 3.3:** Mazucchi tarafından plak kalınlıklarının oluşturduğu zorlamalara çözüm olarak önerilen, Resch katlama deseni baz alınarak tasarlanmış mekanizma. (Mazucchi, 2017)

Çeşitli mühendislik alanlarında origami prensiplerinin artan kullanımı, plak kalınlıkları ve yer çekiminin etkisine dair incelemelerin artmasına sebep olmuştur. Bu incelemeler doğrultusunda oluşturulan çeşitli kinematik modellerin varlığından bahseden Zhang ve Kawaguchi, yapılan sayısal hesaplamaların daha hızlı ve basit hale getirilebileceğinden bahsetmektedir. Çalışmada, dışarıdan uygulanan güç doğrultusunda harekete geçirilen ve kalın plaklarla üretilmiş origami sistemlere yönelik üretilmiş sayısal analiz metodunu ortaya koyulmuştur. Sayısal bir model oluşturulurken sistemi oluşturan rijit panellerin birbirlerine iğne bağlantılar (pin joint) ile bağlandığı varsayılmıştır. Her bir plakanın kinematik hareketinin tanımlanmasında düzlemsel olmayan ve birbirlerine mesafeleri sabit olan en az dört düğüm noktası olması gerektiğinden bahsedilmiştir. İki plaka arasında paylaşılan bu düğüm noktalarının sayıları üzerinden her bir bağlantı tipi ve bu bağlantı tiplerinin serbestlik dereceleri tanımlanmıştır. Plaklara yönelik, hesaplama yüklerinin azaltılmasında da kullanılacak, bir üç boyutlu iskelet oluşturma prensibinin tanıtılmasının ardından yer çekimi düğüm noktaları arasında eşit olarak dağıtılmış dış kuvvetler şeklinde gösterilmiştir. Çalışmanın devamında geliştirilen bu yaklaşım tek (Miura-Ori deseninin aynalanması ile elde edilen kemer şeklindeki bir katlama) ve

çok serbestlik derecesine (Yoshimura-ori) sahip iki örnek üzerinden incelenmiştir. (Zhang ve Kawaguchi, 2021)

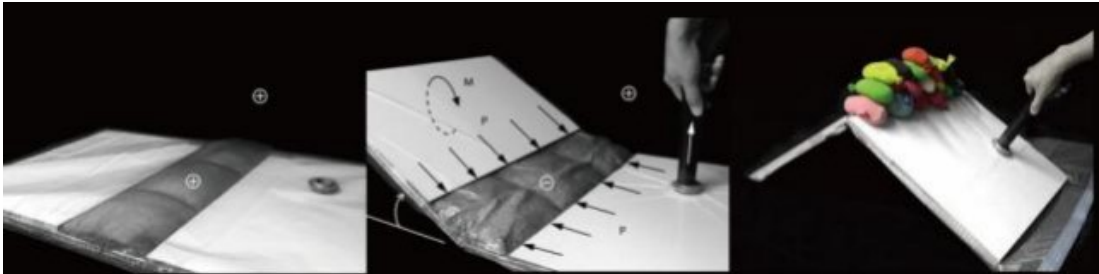
Temel olarak katı yüzeyler ve bunları birbirine menteşe prensibinde bağlayan elemanlardan oluştuğu söylenebilecek rijit origaminin çeşitli mühendislik uygulamalarında tercih edildiğinden bahseden Chen, Peng ve You, kinematik modellemelerin büyük çoğunluğunda kalınlığı bulunmayan paneller kullanıldığından bahsetmiştir. Aynı kinematik modellerin plak kalınlığı bulunan sistemlerde katlanma kenarlarına doğru daralan kalınlıklar, ya da paneller arasında bırakılacak boşluklar gibi yöntemlerin önerildiğinden bahsedilmiştir. Çalışmada var olan kinematik modellerin aksine kalın panellerle oluşturulmuş origami mekanizmalar için kalınlıksız origami ile aynı hareketlerin yapılmasına izin veren, yeni bir model oluşturmak amaçlanmıştır. Üretilen bağlantı ve model, çeşitli örnekler üzerinden incelenmiş ve olası mühendislik uygulamalarına hazır olduğu savunulmuştur. (Chen, Peng ve You, 2015)

Ses bariyerlerinin genellikle ağır, büyük strüktürler olmaları, görsel olarak rahatsız edici olabilmeleri, yüksek maliyetleri gibi çeşitli dezavantajları bulunabildiğine Yu vd. tarafından dikkat çekilmiştir. Bunun bir sonucu olarak söz konusu bariyerlerin yalnızca devamlı yalıtım ihtiyacı bulunan senaryolarda kullanıldığı, geçici ihtiyaç söz konusu olduğunda ise kalıcı strüktürlerin anlamsız ya da maliyetli hale geldikleri eklenmiştir. Bu durumlarda taşınabilir, hızlı ve basit bir şekilde kurulabilir ve görece düşük maliyetli seçeneklere olan bir ihtiyaç ın söz konusu olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmada farklı mühendislik alanlarında kullanımı görülen origami temelli yaklaşımların ihtiyaç duyulan geçici yalıtım unsurları olarak kullanıma uygun birçok avantajı olduğu işaret edilmiştir. Bunun devamında rijit plakalar ve esnek bağlantılar kullanılarak oluşturulmuş bir Miura-Ori deseninin bu amaçla kullanımı üzerinden bir okuma yapılmıştır. Origami strüktürün şekil ve boyutunun istenilen şekilde değiştirilebilmesi, yüzeylerde oluşturulabilecek mikro boşlukların ses emici şekilde kullanılabilir olması, düz katlama yapılabilmesi sayesinde taşınabilirliğin yüksek olması gibi özellikleri üzerinde durulmuştur. Yansıtıcı ve emici rollerde bilgisayar üzerinde ve deneyler aracılığıyla yapılan incelemelerin ardından origami

kullanımının iki uygulamada da uyarlanabilirliği artırdığından bahsedilmiştir. (Yu vd. 2019)

### 3.2. Rijit Origami Sistemlerinin Aktifleşmesi

Rijit origami ile oluşturulan sistemlerin aktifleştirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda Tachi, Masabuchi ve Iwamoto , negatif basınç kullanılarak oluşturulmuş membran sistemleri aracılığıyla, hareketli bir katlanır plak sisteminin kontrolüne yönelik bir sistem önermiştir (Şekil 3.4). Söz konusu sistem, uçları sabitlenmiş ve özgürlük derecesi birden yüksek olan bir origami strüktürün teorik olarak hareketsiz kalması gerekmesine rağmen uygulama sürecinde aynı davranışın görülmemesi sorununu çözmeye yönelik geliştirilmiştir. Çalışmada çoklu özgürlük seviyesine sahip origami strüktürlerin sağladığı esnekliğin çevre şartları ve insan hareketleri doğrultusunda değişime izin vermesine rağmen efektif sabitleyici metotlara duyulan ihtiyacı karşılamak adına vakumlanmış çift katmanlı membranların kullanımı önerilmiştir. Origami deseninin istenilen şekli alması sonrasında yapılacak vakumlamanın oluşturacağı negatif basınç, strüktürün hareketini sağlayan esnek kenarları sabitleyerek istenilen şeklin korunmasını sağlayacağı ortaya konmuştur. Çalışmanın devamında kontrol edilebilir katlanmışlık düzeyinin sağlayabileceği geometrik avantajlar örnek bir desen üzerinden incelenmiş, konseptin deneysel ve analitik yaklaşımlarla incelenmesinin hedeflendiğinden bahsedilmiştir. (Tachi, Masabuchi ve Iwamoto, 2012)



**Şekil 3.4:** Plaklar arasına yerleştirilmiş olan membran bağlantı içerisinde negatif basınç oluşturarak katlanma hareketinin meydana gelmesi sağlanmıştır. (Tachi, Masabuchi, Iwamoto, 2012)

Saito, Tsukahara ve Okabe (2016) birbiri üzerine tam oturmayan plaklar kullanarak aktifleşebilen rijit origami sistemlerden bahsetmiştir. Araştırmacılar, kendilerinden önceki çalışmalarda kullanılan kompleks mekanik sistemler ya da şekil hafızalı alaşım ve polimerler ile origami strüktürlerin harekete geçirebilmesinin makul olmasından bahsetmiştir. Buna rağmen, kendiliğinden katlanabilen origami strüktürleri oluşturmak adına üretim maliyeti gibi konularda daha avantajlı bir yaklaşım geliştirmenin hedeflendiğinden bahsedilerek, bazı yüzeylerin ‘boşluk’ olarak adlandırılan elastik malzemelerden oluşan yüzeyler ile yer değıştirilmesi ile sistemin serbestlik seviyesinin (degree of freedom) bir olması sağlanmıştır. Söz konusu ‘boşluklar’ katlanma sürecinde şekillerini korumaya devam etmesine rağmen, origami desenini oluşturan plakların kenarlarının birbiri üzerine tam oturmayacak şekillerde tercih edilmesi ile meydana gelen deformasyonların sistemin aktifleştirilmesinde kullanılabilirliğinden bahsedilmiştir. Bu deformasyonların harekete geçiriciliğinin, oluşturulan elastik boşluklar sayesinde sistemin strüktürel bütünlüğünde sorunlara yol açmaması sağlanmıştır. Oluşturulan sistemde aynı zamanda origami strüktürlerde sıklıkla görülen menteşe tipi bağlantılar yerine küresel mafsallı bağlantılar tercih edilmiş olup, mevcut geometrik ve sayısal simülasyon sistemleri bu değışiklik ve boşluklu yapı göz önüne alınarak düzenlenmiştir. Bilgisayar simülasyonları üzerinden yapılan teknik analizle sonuçlandırılan çalışmada, üretilen metodun karmaşık ya da çok parçalı origami desenlerinin dahi basit, iki eleman parça arasında yer alacak bir aktifleştirici ile harekete geçirebilmesinde etkili olabileceğı savunulmuştur.

Origami katlanma desenleri ile oluşturulan strüktürlerin kendi kendine harekete geçebilirliğine yönelik çalışmalar arasında Tachi ve Hull, plakların bağlantı noktalarına moment uygulanarak kendi kendini katlayabilen origami mekanizmalarından bahsetmiş olup, bazı katlanma şekillerinin kendi kendine aktifleşebilmeleri üzerine çalışmalar gerçekleştirmiş ve önerilen sistemin mekanik tasarımıda kullanılabilirliğini göstermeye çalışmıştır. (Tachi ve Hull, 2016)

“Kısmi elastik origami modeli” adı verilmiş olan yaklaşım, yapılan incelemelerde rijit davranış gösteren bazı yüzeylerin elastik malzeme ile değıştirilmesi prensibine

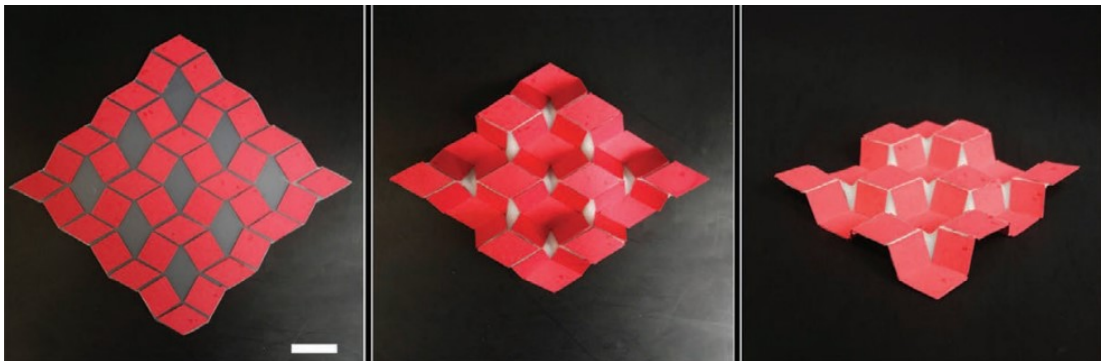
dayandırılmıştır. Ortaya konulan model, elastik yüzeyin rijit yüzeylerin yaptığı katlanma/açılma hareketlerine bağlı olarak bozulma davranışı göstereceğini varsaymıştır. Çalışmada söz konusu yaklaşım doğrultusunda elastik malzemede birikecek yüklerin tüm sistemi katlanma hareketi için bir tetikleyici olarak kullanılabilme potansiyelinden bahsedilmiş ve yapılan sayısal simülasyonlarla bunun mümkün olduğu ortaya konmuştur. LS-DYNA kullanılarak yapılmış simülasyonlarda 300\*300mm boyutunda 1mm kalınlığında alüminyum bir plaka üzerinde denenmiş olan modelde, elastik yüzeyde meydana gelen %8 oranındaki değişikliğin kullanılan Miura-Ori desenini katlamakta başarı gösterdiğinden bahsedilmiştir. (Okabe, Tsukahara ve Saito, 2013)

Hernandez, Hartl ve Lagoudas tarafından yapılan çalışmada, origami strüktürlerin mekanik harici (termal, kimyasal, elektromanyetik vb.) uyaranlar ile kendi kendisini aktifleştirebilmesinden bahsedilmiştir. Origami strüktürlerin uzay araçları, robotlar, balistik bariyerler, mimari gibi çeşitli ve artan sayıda uygulama alanları bulunduğundan bahseden çalışma, söz konusu sistemlerin hareketi için dışarıdan uygulanacak mekanik yükler haricinde uygulama alanlarına bağlı olarak alternatiflere ihtiyaç duyulabileceğinden de bahsetmiştir. Bu alternatiflerden biri olarak, çeşitli enerji formlarını mekanik işe dönüştürebilen malzemeler ise “aktif malzemeler” olarak adlandırılmıştır. Bahsedilen bu davranış, genel olarak görülen termal genişmeden daha büyük ölçekli değişimlere neden olacak boyutlarda tariflenmiştir. (Hernandez, Hartl ve Lagoudas, 2019)

Kimyasal aktifleşmenin belirli sıvılar ile temas halinde şekil değiştirebilen çeşitli polimerler aracılığıyla sağlanabileceğinden bahsedilmiş olan çalışmada, bu davranışın bitki hücrelerinin hareketinin taklidi ya da biomedikal uygulamalarda vücut sıvıları ile aktifleşme gibi ihtimalleri mümkün kıldığından bahsedilmekle birlikte, güç ve moment üretiminin oldukça düşük olduğu ortaya konmuştur. Dielektrik ve Manyetoaktif elastomerler ile sağlanan hareketin mümkün olduğundan da bahsedilen çalışmada, bu seçeneğin en önemli avantajı olarak yüksek frekanslı katlanmalara izin vermesi gösterilmiştir. Termal değişiklikler doğrultusunda aktifleşme için ise şekil hafızalı alaşım ve polimerlerden bahsedilmiştir. İki malzeme

kategorisinin de hafızalarına aldığı şekli geri kazanma becerisinin yüksek olduğundan bahsedilmiş olmakla birlikte, polimer malzemelerin temel avantajı olarak düşük maliyetleri gösterilmiştir. Buna karşılık şekil hafızalı hareketlerinde daha büyük güç ortaya çıkarabilen alaşımların büyük yüklerin söz konusu olduğu sistemlerde kullanımı tavsiye edilmektedir. Çalışmanın devamında origami desenlerinin tasarımı ve simülasyonuna yönelik çalışmalardan bahsedilmiştir. (Hernandez, Hartl ve Lagoudas, 2019)

İki boyutlu yüzeylerin üç boyutlu strüktürler haline getirilmesinde kullanılan temel prensipler arasında origami temelli yaklaşımların bulunduğu bahseden çalışmalarında Cui, Poblete ve Zhu; bu yaklaşımın yüzeylerde herhangi bir Gauss eğriliğinin oluşmasına izin vermediğinden bahsetmiştir. Bu sınırlamayı desende çeşitli kesik ve boşluklar oluşturarak kaldırabilmenin (kirigami) de mümkün olduğunu ekleyen çalışmada, yeni bir tasarım yaklaşımı oluşturmak amaçlanmıştır. Sıcaklığa bağlı olarak küçülebilme özelliğine sahip polimer malzemenin kirigami desenlerinde boşluk olarak bırakıldığı alanlara yerleştirilmiştir. Bunun sonucunda sıcaklık değişimi doğrultusunda harekete geçebilen, pozitif ya da negatif Gauss eğriliğine sahip strüktürlerin tasarımı mümkün kılınmıştır. Çalışmanın devamında polimer malzeme düz yüzeyleri oluşturmakta kullanılan kağıt ile bir araya getirilmiş, çeşitli farklı katlanma desenleri üzerinde denemeler yapılmıştır (Şekil 3.5). (Cui, Poblete ve Zhu, 2018)

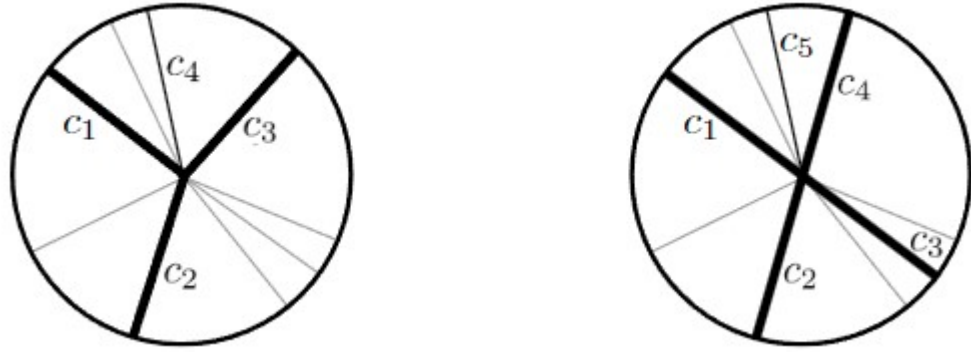


**Şekil 3.5:** Kirigami ve boşluklu yapının esnek malzeme ile doldurulduğu katlanma deseni örneği. (Cui, Poblete, Zhu, 2018)

2014 tarihli çalışmasında Zirbel vd., origami kurallarından ilham alınarak rijit yüzeylerden oluşturulmuş bir CubeSat sisteminin ne şekilde aktifleştirilebileceğini incelemiştir. Yapılan çalışmada kullanılan katlanmış yüzeylerin etrafında oluşturulacak bir makas sisteminin kablolar aracılığıyla bir motor tarafından harekete geçirilmesi, pnömatik aktivasyon, merkezkaç kuvveti kullanımı, sistemin içerisinde güç depolanması, termal aktivasyon gibi çeşitli seçenekler üzerinde durulmuştur. Sistemin tam katlanma halinden tamamen düz hale gelmesinin amaçlandığı çalışmada, pasif sistemlerin (merkezkaç kuvveti ya da sistem içinde depolanmış güç kullanımı gibi) kullanımının mümkün olmakla birlikte istenilen halde kalabilmek için sabitleyici bir mekanizma ihtiyacı bulunduğu bahsedilmiştir. Bunun yanı sıra bazı metotların sebep olacağı titreşimin hassas bir sistemde sorun yaratabilme ihtimalinden bahsedilmiş olup pnömatik ve şekil hafızalı polimer kullanılarak elde edilen termal aktivasyon seçeneklerinde bu sorunun en düşük miktarda olduğundan bahsedilmiştir. Şekil hafızalı malzemelerin bir diğer avantajı olarak ince yapısı nedeniyle düşük hacim ihtiyacı gösterilmiştir. (Zirbel vd., 2014)

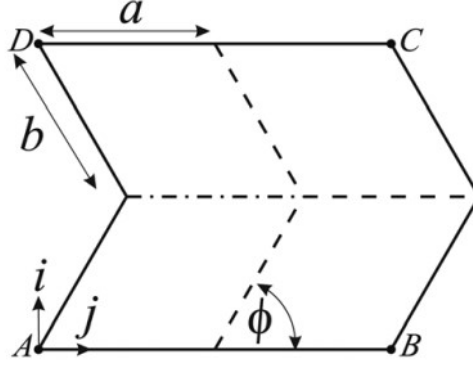
### **3.3. Rijit Origami Desenleri ve Katlanma Kuralları**

Abel vd. tarafından, rijit katlama yapılabilmesi için tek bir tepe noktasına sahip (single vertex) bir origami deseninin karşılaması gereken şartlar incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda rijit katlama yapılabilmesi için temel gereksinim olduğu ortaya koyulan şartları belirleyen bir teorem oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışmada kuş ayağı olarak adlandırılan durumda desenler, bir tanesi diğer üçüne zıt yönlü katlanmakta olan en az dört kenara sahip olmaktadır (Şekil 3.6). Ortaya konulan ilk teoreme göre tek tepe noktalı katlama desenleri sadece ama sadece bu durumu göstermeleri halinde rijit olarak katlanabilmektedir. İkinci teorem ise katlama kenarları arasındaki açının  $\pi$ 'nin altında olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışma dahilinde aynı zamanda katlanması durumunda tüm sistemin harekete geçmesini sağlayacak minimum sayıdaki bileşenin belirlenmesinde söz konusu şartların geçerliliği incelenmiştir. (Abel vd., 2016)



**Şekil 3.6:** “Kuş ayağı” barındıran iki katlama örneği. (Abel vd., 2016)

Gattas vd. tarafından mühendislik, mimari ve diğer tasarım alanlarında kullanımı en yaygın origami katlama desenlerinden birisi olan Miura ve ondan yola çıkarak üretilen toplamda beş farklı desenin geometrik incelemesi yapılmıştır. Tek bir düz yüzeyden katalanarak elde edilebilme, düz katlanabilme ve birbirini tekrar eden birimler kullanılarak üretilebilme gibi avantajları bulunan tek özgürlük derecesine sahip bir origami deseni olan bahsedilen Miura, birbirine eş dört paralelkenar kullanılarak üretilebilen birimler üzerinden tariflenmiştir. Bu tarifleme sayesinde deseni oluşturan üç temel değişken  $a$ ,  $b$  uzunlukları ve  $\phi$  açısı (Şekil 3.7) olarak tanımlanabilmiştir. Bu değişkenlere ek olarak desenin enine ve boyuna kaçır birimden oluşacağını da bilinmesi durumunda  $\pi$  ve  $0$  arasındaki herhangi katlanma derecesine ait geometrinin hesaplanması mümkündür. Çalışmanın devamında standart Miura deseninin farklı açılar, uzunluklar ve birbirine ayna simetrisi şeklinde ters şekilde birleştirilmiş birimlerinden oluşan çeşitli varyasyonları üzerinde durulmuş, sıkça karşılaşılan bazı varyasyonların geometrik incelemeleri de yapılmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen parametrelerin Miura-Ori katlama deseninin daha kompleks ikincil varyasyonlarının oluşturulmasında kullanılmasının mümkün olduğundan bahsedilmiştir. (Gattas, Wu ve You, 2015)



**Şekil 3.7:** Miura-Ori'nin temel parametreleri. (Gattas, Wu ve You, 2015)

Origami temelli mekanizmaların dönüşebilen geometri, kolay üretilebilirlik ve uyarlanabilir mekanik özellikler gibi çeşitli avantajlara sahip olduğundan bahsettikleri çalışmada Liu ve Felton (2018), düz ve katlanmamış hale dair bazı mekaniklerin tam olarak anlaşılammış olmasının bu mekanizmaların yapmakta olduğu hareketin öngörülebilirliği önünde bir engel olduğunu savunmaktadır. Buna gerekçe olarak katlanmamış haldeki bir mekanizmanın, katlama kenarlarının hangi yönde hareket edeceğinin öngörülebilmesi gösterilmiştir. Arketip bir origami mekanizması olarak gösterilen Miura temelli katlama desenlerinin üzerinden yapılan incelemeler sonucunda, katlama çizgileri etrafında meydana gelebilen esnemeler ve bükülmelerden kaynaklanan “gizli” serbestlik derecelerinin gözleminden bahsedilmiştir. Bu bozulmaların deseni oluşturan dört plağın üstteve altta bulunan ikililer arasında bir psödoeklemlemeye yol açtığından bahsedilmektedir. Yapılan incelemeler doğrultusunda sistemdeki bağlantıların sertlik (stiffness) miktarının bu ekstra eklemleme miktarı üzerindeki etkisinin büyük, yüzey kalınlıklarının etkisinin ise oldukça küçük olduğundan bahsedilmiştir. Yapılan deneyler aynı zamanda düşük hızlar ve yüksek sertlik (stiffness) içeren senaryolarda katlamanın düz pozisyonun bir yanında kalma eğilimi gösterdiğinden bahsetmiştir.

Buna karşılık yüksek hızlardaki hareketin düz pozisyonun aşılmasına ve katlanma yönünün tersine dönmesine sebep olabildiğinden bahsedilmiştir. Bu bozulmada sistemin düz haldeyken sahip olacağı potansiyel enerjinin hareket sırasındaki kinetik enerjinin altında kalmasının rol aldığına yönelik önkabul, deneylerde ortaya çıkan

sayısal verilerce doğrulanmıştır. Çalışmanın başında bahsedilen psödoeklemlemenin üst ve alt plak ikililerinin katlanma açıları arasında ortaya çıkarabileceği fark göz önüne alındığında, katlanma yönünün tersine dönmesi için iki açının da tersine dönmüş olması gerektiği ortaya konmuştur. Son olarak; farklı yüzey kalınlıklarından plaklar ve farklı sertlik derecelerine sahip olan bağlantı elemanları kullanılarak oluşturulan, kompleks bir desen üzerinde yapılan denemeler sonucunda geliştirilen yaklaşımın çok sayıda tepe noktası barındıran mekanizmaların farklı şekillerde konfigüre edilebilmesine olanak tanıdığından görüldüğünden bahsedilmiştir. (Liu ve Felton, 2018)



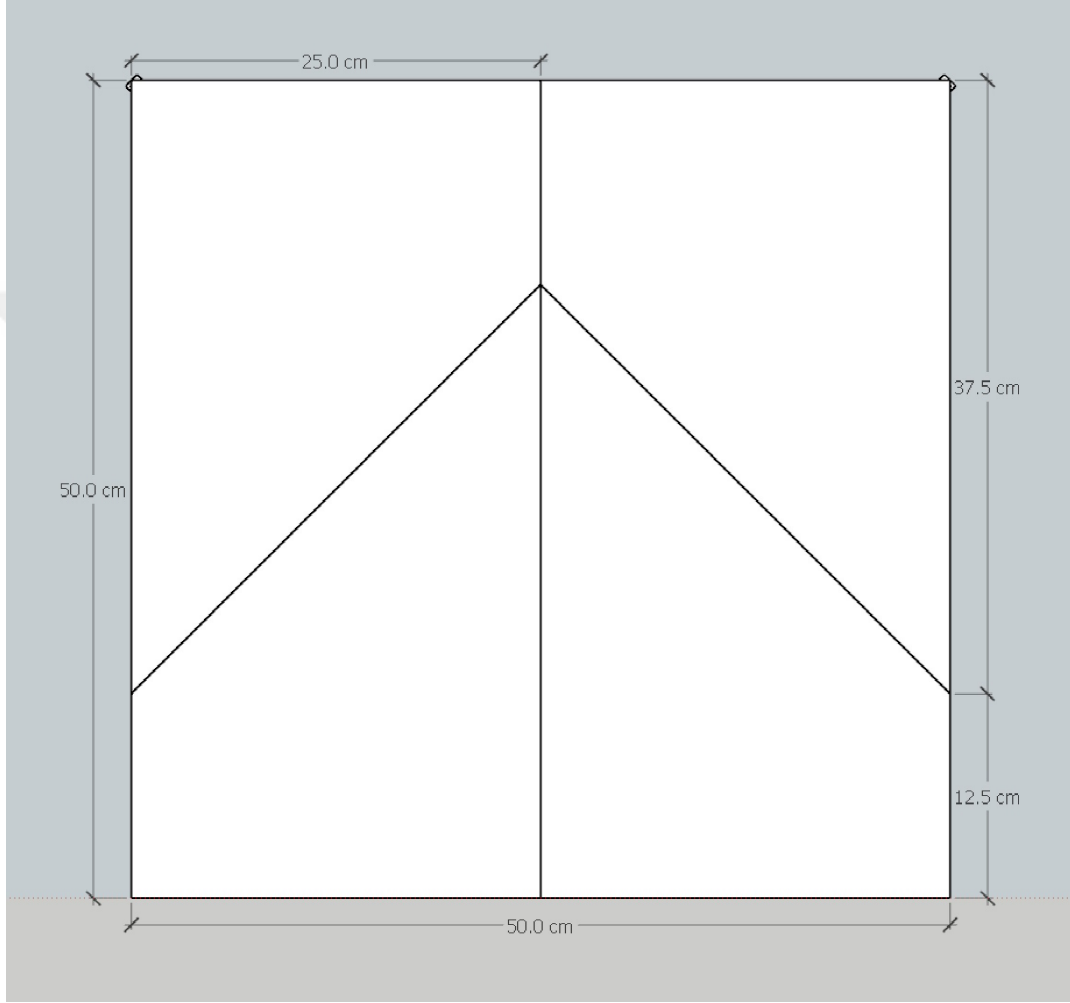
#### **4. ŞEKİL HAFIZALI MALZEME KULLANIMI İLE KİNETİK CEPHE ELEMANI ÖNERİSİ (TASARIM, ÜRETİM ve ANALİZİ)**

Yapılan literatür incelemeleri göstermektedir ki, kinetik cephelerde şekil hafızalı malzemelerin kullanımı konusundaki arayış hız kazanmaktadır. Halihazırda geliştirilmiş projeler arasında çeşitli hedefler doğrultusunda üretilen çözümler, bu malzemelerin farklı aktivasyon yöntemleri, amaç ve prensipler doğrultusunda kullanımının mümkün olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın devamında şekil hafızalı malzemelerin tek serbestlik derecesine sahip bir rijit origami deseni ile birlikte kullanıldığı kinetik bir cephe elemanının tasarım ve üretiminde alınan kararlar ortaya konulacak olup, yapılacak performans analizi ve sonuçlardan bahsedilecektir.

##### **4.1. Şekil Hafızalı Malzeme ile Kinetik Cephe Elemanı Tasarımı**

Üretimi hedeflenen cephe elemanının çevre algılama ve tepki verme fonksiyonlarını sağlayacak şekil hafızalı malzemenin yanısıra bu malzemede meydana gelecek şekil değişimini kullanarak, uygulanacağı cephede farklı açıklık/kapalılık düzeylerinde farklı miktarda alan kullanacak bir yüzey barındırması da gerekmektedir. Her ne kadar tüm yüzeyin şekil hafızalı malzemeden üretilmesi de bir çözüm opsiyonu olsa da, özellikle söz konusu malzemelerin yüksek maliyetleri nedeniyle ideal olmadığı söylenebilir. Düz plakalar ve bunları birbirine bağlayan menteşe benzeri hareketli bağlantı elemanlarının bir araya gelmesi ile oluşturulan rijit origami strüktürlerin, harekete geçirilmesinde elektrik motorları, piston sistemleri, pnömatik sistemler, şekil hafızalı malzemeler ya da bahsedilen elemanların özel yöntemlerle

birleştirilmesi benzeri çeşitli seçenekler olduğu literatürde bulunan örnekler üzerinden görülebilmektedir (Saito, Tsukahara ve Okabe, 2016; Tachi, Masabuchi ve Iwamoto, 2012; Tachi ve Hull, 2016; Hernandez, Hartl ve Lagoudas, 2016; Khelil vd., 2020).



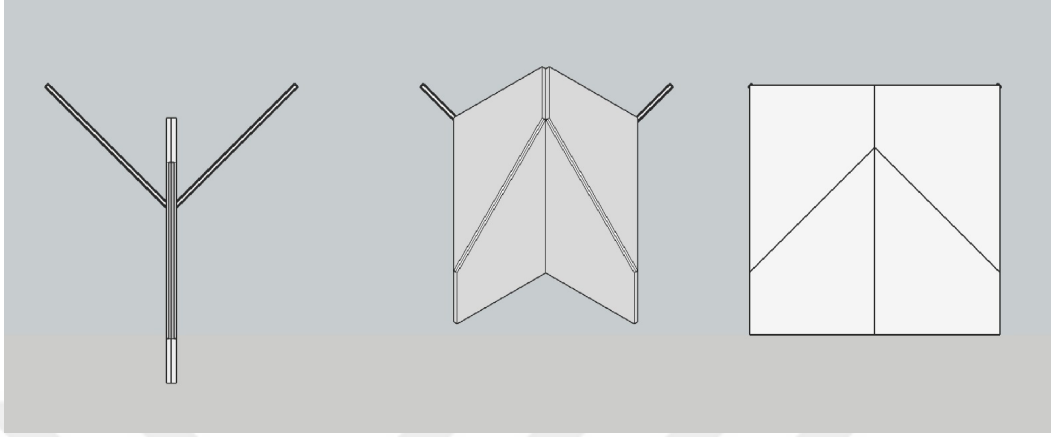
**Şekil 4.1:** Tasarımda tercih edilen katlanma deseni ve boyutları.

Oluşturulması hedeflenen cephe elemanında kullanılacak şekil hafızalı malzeme miktarını azaltmak için, tek serbestlik seviyesine sahip rijit origami desenlerinde herhangi iki plakanın arasındaki mesafe ya da açının değişiminin tüm strüktürü harekete zorlamasından faydalanılacaktır. Tek serbestlik derecesine sahip bir strüktürün tercih edilmesi sayesinde yalnızca tek bir noktadan tüm sistemin kontrolü mümkün hale gelecek, bu sayede sistemin harekete geçirilmesinde ihtiyaç

duyulacak olan şekil hafızalı malzeme miktarı düşürülebilecektir. Bu karar doğrultusunda, tek serbestlik seviyesine sahip olan Miura-Ori deseninin kullanılması tercih edilmiştir (Şekil 4.1). Bu tercihte söz konusu desenin aynı zamanda yalnızca birbirine eş dört plakadan oluşan bir birim eldesinde kullanılabilmesi de etkili olmuştur. Plakaların birbirine eş şekle sahip olması üretilecek birimlerin hem üretimlerinin kolaylaştırılması adına, hem de maliyetinin daha düşük tutulmasında etkili olabilecek bir karar olması açısından önemlidir. Plaka sayısının düşük tutulmasında menteşe sayısı, oluşacak sürtünme kuvvetleri ve sistemin aktifleşmesi için gerekecek kuvvetlerin doğru orantılı ilişkisi rol oynamıştır. Bunun yanı sıra Miura-Ori katlama deseni kullanılarak düz katlama yapılabilmesi söz konusudur. Bu sayede üretilecek cephe elemanı, gün ışığından faydalanmanın arzu edileceği düşük sıcaklık senaryolarında yalnızca malzeme kalınlığı kadar yüzey alanını kapatarak ışık geçişini olabilecek en üst miktarda sağlayabilme avantajına da sahiptir (Şekil 4.2). Miura-Ori deseninin diğer origami katlamalarına kıyasla akademik literatürde daha sık ve detaylı incelemeleri mevcut olma avantajına sahiptir. Önceki bölümde bahsedilmiş olan çalışmalarda da görülebilmektedir ki Gattas, Wu ve You (2015) tarafından Miura ve Miura bazlı desenlerin katlanma hareketleri boyunca alabileceği tüm geometrik formların formülize edilmiş olması bu duruma bir örnek olarak gösterilebilmektedir.

Rijit origami prensipleri ile oluşturulacak yüzeyin hareketini sağlamak için, şekil hafızalı alaşımın da farklı şekillerde kullanılması mümkündür. Bu seçenekler arasında daha önce incelenen projelerde de görülebileceği üzere, plakların arasındaki menteşe mantığı ile çalışan bağlantı elemanları gibi kullanılan ince plakalar, origami strüktüre doğrudan ya da dolaylı olarak bağlanabilecek alaşım yaylar temel stratejiler olarak gösterilebilir (Albag, 2019; Yi vd., 2020). Nitinol malzemenin temin edildiği üreticinin de rehberliği doğrultusunda; plaka şeklindeki şekil hafızalı alaşım üretiminin ve şekil hafızalı hareketin eğitiminin daha maliyetli ve zor, yapılan katlanma hareketinin ise metal yorgunluğuna sebep olma potansiyeli bulunması gibi ihtimaller göz önüne alınarak bu çalışmada alaşımın yay halinde kullanımına karar kılınmıştır. Şekil hafızalı alaşımdan üretilmiş yay, cephe elemanını yapıya bağlayacak rayın içerisinde bir diğer çelik yayla birbirine zıt yönde çalışacak şekilde yerleştirilerek sıcaklığın, deneylerin yapılacağı İstanbul iklim şartları gözetilerek

belirlenen, 20°C'nin üzerine çıkması durumunda yüzeyin kapalı hale gelmesini sağlaması hedeflenmiştir.



**Şekil 4.2:** Miura-Ori deseninin çeşitli katlanma seviyeleri.

Yüzeylerin oluşturulacağı malzemenin tercihinde maliyet, dış ortam şartlarına dayanıklılık ve hafiflik gibi farklı özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Cam elyafı ya da karbonfiber benzeri malzemeler sistemin harekete geçirilmesi için gereken gücü azaltmaya yardımcı olacak şekilde hafif olmalarına karşın sahip oldukları yüksek maliyet nedeniyle tercih edilmemiştir. Ahşap plakalar diğer alternatiflerle kıyaslandığında daha ağır ve beraberinde çevre şartlarına dayanıklı hale getirilmesi adına düzenli bakım ihtiyacı getirmesi nedeniyle tercih edilmemiştir. Çeşitli metal plaka seçenekleri mevcut olmakla birlikte yapılan değerlendirmelerde alüminyum plakalar düşük maliyet, dış ortama dayanım ve hafiflik kriterlerini karşılayabilecek bir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Yapılan tasarım, Türkiye'deki literatürde yapılan taramada şekil hafızalı malzemelerin kinetik cephelerde ya da gölgelendirme elemanlarında kullanımına yönelik herhangi bir proje örneği ile karşılaşılmaması açısından özgün değere sahiptir. Bunun yanı sıra, uluslararası literatürde yapılan taramada görülen, daha önceki bölümlerde bahsedilmiş olan proje örnekleri ile benzer ve farklı çeşitli özellikler gösterdiğinden bahsetmek de mümkündür. Herhangi bir enerji tüketimine

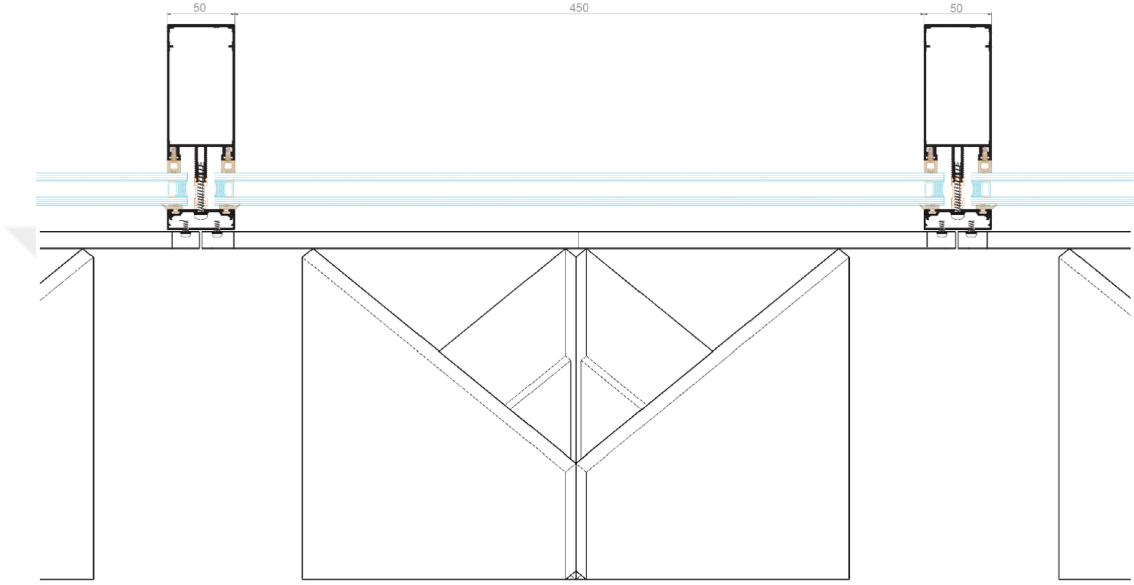
sebeup olmadan eklenildiği yapının ısı performansını artırma hedefi, özellikle son yıllarda üretilmiş projelerde karşılaşılan ortak hedefler arasında gösterilebilir.

Bu projeler arasında Yoon (2019), Tafrihi ve Abdel-Rahman (2018), Albag vd.(2019), Schneider vd. (2020), Yi vd. (2020), Vercesi vd. (2020), Yi ve Kim (2021) projeleri bu hedefe ulaşmak için benzer bir yöntem uygulayarak cephe (gölgelendirme) elemanları tasarlamayı tercih etmiştir. Malzeme seçimleri açısından yüzey oluşturmakta hafif bir malzeme olan alüminyum ve sistemi harekete geçirmekte kullanılmış nitinol ikilisini bir araya getirme açısından bu çalışmada üretilen prototiple benzerlik gösterdiği söylenebilecek olan Formentini ve Lenci (2018) ise bu hedefe ulaşmak için yapılarıdaki doğal havalandırmayı güçlendirmeyi tercih etmesi açısından farklılaşmaktadır.

Yoon (2019), Tafrihi ve Abdel Rahman (2018) projeleri ise geri kalan örneklerden olduğu gibi bu prototipten de şekil hafızalı davranış gösteren malzemelerini alaşım yerine polimer kullanarak üretmeleri açısından farklılık göstermektedir. Bu projeler aynı zamanda söz konusu şekil hafızalı malzemeyi yüzey oluşturmakta da kullanmaları açısından üretilen prototipe oranla daha büyük miktarlarda şekil hafızalı malzemeye ihtiyaç duyacakları söylenebilecek tasarımlara sahiptir.

Albag (2019) ve Yi vd. (2020) projelerinde görülen, oluşturdıkları yüzeyin katlanma hareketinde rijit origami desenlerinin tercihi, bu prototipte de mevcut olduğundan bir benzerlik olarak gösterilebilir. Bu çalışmada Miura-Ori deseninin tercih sebepleri arasında kurallı, simetrik, az sayıda plaktan oluşan ve tek noktadan kontrol edilebilir özellik göstermesinden bahsedilebilmektedir. Herhangi bir katlama olmadan yapılan açılma/kapanma hareketi için yüzeyi kapatacak plakanın önünde çok daha büyük bir boşluğa gereksinim duyacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, bir origami desenini şekil hafızalı bir yay kullanarak harekete geçiren Yi vd.(2020) tarafından üretilmiş projede bu tasarımda da hedeflendiği üzere farklı açıklık/kapalılık seviyeleri barındırabilmesine rağmen tercih edilen desenin çok daha fazla plaka barındırması bu tasarım sürecinde kaçınılmaya çalışılan bir özellik

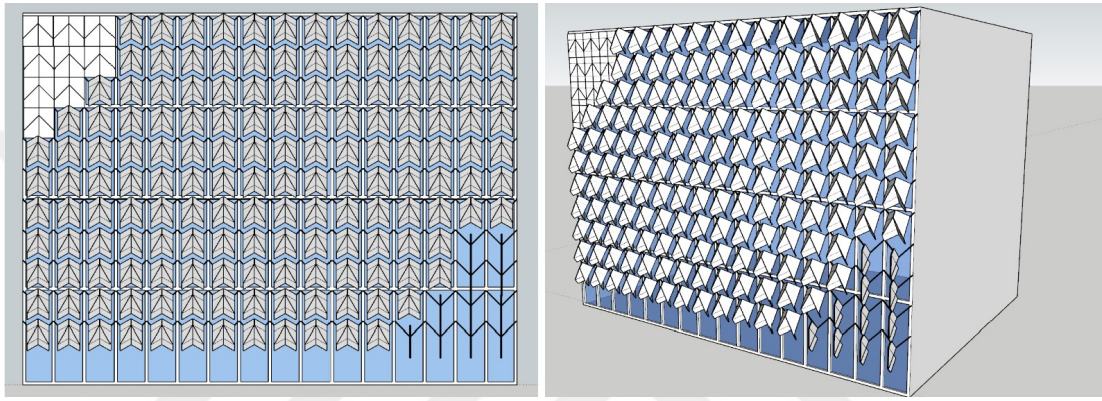
olarak gösterilebilir. Bu tasarımda da kullanılan Miura-Ori desenini tercih etmiş olan Albag vd. (2019) ise bu deseni yüzeye paralel ikinci bir katman oluşturmak yerine bir saçak oluşturmakta kullanması, sistemi harekete geçirmekte şekil hafızalı folyo malzemeyi tercih etmesi ve bu malzemenin her iki plaka arasında kullanımı gibi açılardan bu tasarımdan farklılaşmaktadır.



**Şekil 4.3:** Tasarlanan cephe (gölgelendirme) elemanının örnek bir giydirme cephe sistemi üzerine uygulaması.

Geliştirilmiş olan tasarım giydirme cephe sistemleri üzerine uygulanması öngörülerek yapılmıştır. Bu uygulamada, içerisine şekil hafızalı ve çelik yay çifti yerleştirilmek üzere tasarlanan alüminyum rayın, oluşturduğu “V” şeklinin iki ucundan vidalanarak monte edilmesi planlanmıştır (Şekil 4.3). Şekil 4.4’te üretilmesi planlanmış olan 50cm\*50cm boyutlarındaki prototipe ait boyutlarda birimlerle aynı boyutta bir uygulamanın, 8m\*6m boyutlarındaki örnek bir cephede uygulaması modellenerek gösterilmiştir. Bu örnekteki giydirme cephe uygulamasına ait profiller arası boşluk, üretilen prototipin uygulanmasına izin verecek şekilde 50 cm olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, tercih edilmiş origami deseni ve tasarım bileşenlerinin boyutlarının farklı aralıklardaki profillerle birlikte uygulanabilir şekilde ölçeklendirilebilir olduğundan da bahsedilmelidir. Daha küçük boyutlardaki

cephe elemanları aynı boyuttaki bir cephede daha çok sayıda bulunacak olmakla birlikte, bu durum cephenin farklı bölgelerinde oluşabilecek sıcaklık farkları nedeniyle bu bölgelerde farklı açıklık/kapalılık senaryolarının gerçekleşmesine sebep olabilir. Bunun bir sonucu olarak, daha çok sayıdaki cephe elemanları cephenin bu farklı bölgelerinin anlık durumuna göre daha lokal tepki verebileceği için, yapılabilecek farklı boyutlardaki uygulamaların sonucu olarak farklı gölgelendirme performanslarının ortaya çıkacağı öngörülebilir.



**Şekil 4.4:** Tasarlanan cephe (gölgelendirme) elemanının çok sayıda uygulanması durumunda açık, yarı açık ve kapalı haldeki görünüş (solda) ve perspektif (sağda) modellemesi.

Üretilen prototipte kullanılan parça listesi ve bu parçaların birleşimine dair daha detaylı görseller ve üretim adımları Ek-1’de görülmektedir.

#### **4.2. Şekil Hafızalı Malzeme ile Kinetik Cephe Elemanı Üretimi**

Tasarlanan cephe elemanının üretim süreci, kullanılacak olan malzemelerin belirlenmesi ile başlamıştır. Miura-Ori katlanma deseni ile oluşturulacak olan yüzey için hafif, düşük maliyetli ve kullanımı kolay olan alüminyum plakalar tercih edilmiştir. Elde edilecek yüzeyin yapıya bağlanmasında kullanılacak ray şeklindeki bağlantı elemanı için yine alüminyum tercih edilmiş olup, üretim sürecinin kısaltılması ve kolaylaştırılması adına C profillerden üretilmesine karar verilmiştir.

Son olarak alüminyum plakalardan üretilecek olan Miura-Ori katlanma desenine sahip strüktürün istenilen hareketi yapmasını sağlamak için şekil hafızalı alaşım yaylarla karşılıklı olarak kullanılmak üzere çelik yaylar tercih edilmiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5:** Tasarım doğrultusunda belirlenmiş olan malzemeler.

Alüminyum C profiller istenilen hareketi sağlamaları için gereken 35cm uzunlukta kesilmiştir. Bu profillerin bir ucu düz bırakılmış, diğer ucu ise 45 derece açı ile kesilerek ikili olarak birleştirilmeleri durumunda proje tasarımında istenilen rayı oluşturmaları sağlanmıştır (Şekil 4.6). Elde edilen rayın açık olan uçları L şeklinde alüminyum köşelerle kapatılmıştır. Bu köşeler, daha sonraki aşamalarda projede kullanılacak olan yaylarda bulunan kancaların raylara bağlanmasında da kullanılmıştır.



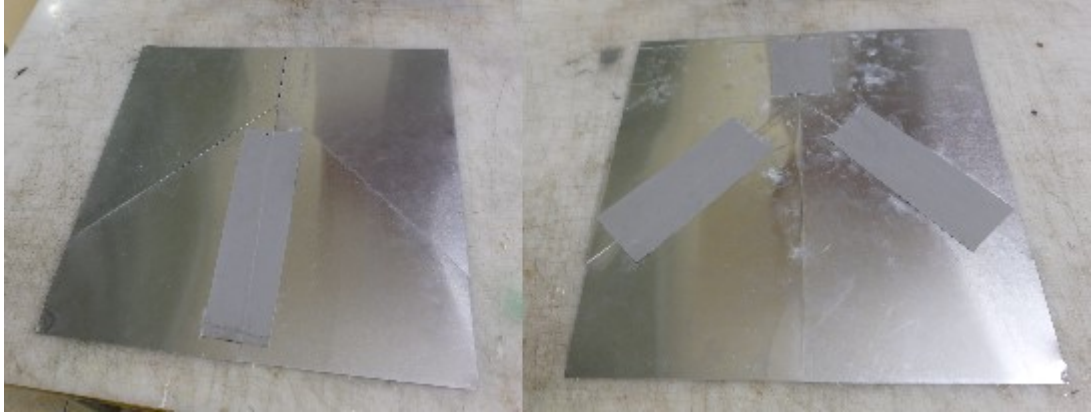
**Şekil 4.6:** Cephe elemanını yapıya bağlayan ray sistemi.

Cephe elemanının hareketli yüzeyini oluşturmak için tercih edilen alüminyum plakalar, proje tasarımında tercih edilen Miura-Ori desenini oluşturacak parça ve boyutlarda kesilmiştir (Şekil 4.7). Tercih edilen geometrinin birbirine eş dört adet dörtgenden oluşması, projenin hem ilk kez üretim sürecini hem de istenilen performansı göstermesi durumunda bir yapı malzemesi olarak üretimini daha kolay ve düşük maliyetli hale getirmektedir.



**Şekil 4.7:** Tasarıma uygun olarak kesilen plakalar.

Elde edilen alüminyum plakaların birleştirilmesinde yer değiştirmeye izin vermeden dönme hareketi yapılmasını mümkün kılan bir sabit mesnet oluşturulması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak için çeşitli menteşe tipi bağlantı elemanları da mevcut olmakla birlikte, söz konusu elemanların ortaya çıkardıkları sürtünme kuvvetleri, oluşabilecek ekstra kalınlıklar ve plakalar arasındaki boşluk ihtiyacı gibi olası sorunlara yol açabilmektedir. Buna bir alternatif olarak bağlantının kurulmasında esneme özelliği bulunmayan bir kumaş kullanılarak istenilen hareketin sağlanabileceği gözlenmiştir. Söz konusu bağlantı, daha önce bahsedilmiş olan olası sorunlara sebep olmaması nedeniyle proje tasarımının son halinde tercih edilmiştir. Kumaş bağlantı parçaları Miura-Ori deseninde gerekli olan “dağ” ve “vadi” katlanma yönleri göz önünde bulundurularak plakaların birleştirilmesinde kullanılmıştır (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8:** Miura-Ori katlama düzenine uygun şekilde birleştirilen plakalar.

Projede kullanılan yaylar birbirine dik iki kanal şeklinde oluşturulan raylara, her bir kanalın içerisinde bir çelik ve bir nitinol yay olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 4.9). Oluşturulan çelik-nitinol yay çifti, şekil hafızalı malzemenin aktifleşme sıcaklığının üzerine çıkılması durumunda nitinol yayın daralarak alüminyum plakaların cephe elemanının uygulandığı yüzeyi kapatmasını sağlayacak; bu sıcaklığın altındayken ise çelik yayların daralması sayesinde tam ters yönde harekete sebep olacaktır. Çelik yayların kullanılmadığı bir diğer alternatif, nitinol yayların sıcaklık artışı ve düşüşüne çift yönlü olarak cevap vererek uzayıp kışalmasını gerektirmektedir. Ancak, bu şekilde bir üretimde yayların şekil hafıza eğitiminin daha zor ve üretimin daha maliyetli olması nedeniyle tercih edilmemiştir.



**Şekil 4.9:** Sistemin hareketini sağlayan yay çifti.

Birbirine esneme özelliği bulunmayan bir kumaşla bağlanan alüminyum plakalarla oluşturulan hareketli yüzeyin, üst iki köşesinde bulunan deliklere kanalların içerisine yerleştirilen yayların kancalarının bağlanması birleştirilmiş, bu sayede tasarlanan cephe elemanı tamamlanmıştır (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10:** Birleştirilmiş olan cephe elemanı prototipi.

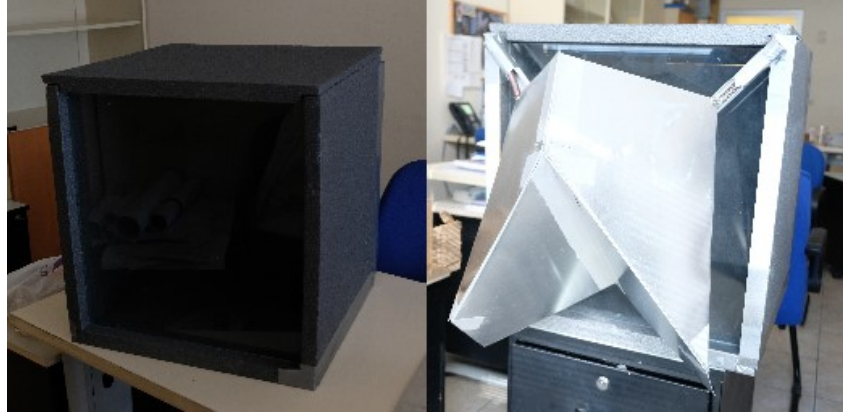
Üretilmiş olan prototip cephe elemanı, yapacağı hareketin gözlemlenebilmesi adına dış ortam sıcaklıklarının  $18.9^{\circ}\text{C}$  -  $21.6^{\circ}\text{C}$  arasında değiştiği senaryoda gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucunda, şekil hafızalı yayın kanca başlangıcından önceki son halkasının bulunduğu en alt ve en üst konumlar yayların yerleştirildiği ray üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 4.11). Gözlemlenen noktalar arasındaki mesafe 3mm olmuştur. Bu hareket miktarının, şekil hafızalı malzemenin aktifleşme sıcaklığındaki hata paylarının giderilmesi ya da yay kalınlığı gibi değişkenlere bağlı olarak tasarımı istenilen seviyelere ulaşabileceği öngörülebilmektedir.



**Şekil 4.11:** 18.9°C - 21.6°C arasında gözlemlenen yer değiştirme.

#### **4.3. Isıl Performans Analizi**

Tasarlanan kinetik cephe elemanının üretimi tamamlandıktan ve sıcaklık değişimleri doğrultusunda istenilen davranışı gösterdiği kanıtlandıktan sonra, söz konusu cephe elemanının uygulanması sonrasında ne kadar etkili olduğunu gözlemek adına ısı performans deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde, 2. bölümde bahsedilen Yi vd. (2020) ve Vercesi (2020) projelerinde de benzerleri kullanılmış olan, bir yüzeyi şeffaf olarak üretilen bir çift termal kutu kullanılmıştır. Termal kutuların boyutlandırılmasında, üretilen prototipin daha kolay bir şekilde monte edilebilmesi adına, 50\*50\*50cm büyüklüğünde küpler şeklinde üretilmesi tercih edilmiştir. Bu termal kutulardan biri, “deney birimi” olarak adlandırılacak olup şeffaf yüzeyi önüne üretilen prototip yerleştirilmiştir (Şekil 4.12). Termal kutuların diğeri ise “kontrol birimi” olarak kullanılmak üzere herhangi bir cephe elemanı eklemesi yapılmadan bırakılmıştır. “Kontrol birimi” olarak adlandırılan ünite, cephe elemanı monte edilmemiş cam cepheyi temsil etmektedir. Üretilen prototipte tercih edilen şekil hafızalı yayların aktifleşme sıcaklıkları İstanbul ili için belirlenmiş olduğundan ötürü, yapılacak performans analizlerinin bir laboratuvar ortamı yerine İstanbul-Ataköy’de gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür. Bu tercihte gün içerisindeki gerçek sıcaklık değişimleri ve hava olayları nedeniyle alınabilen gerçek gün ışığı miktarlarının gözlenebilmesi etkili olmuştur.

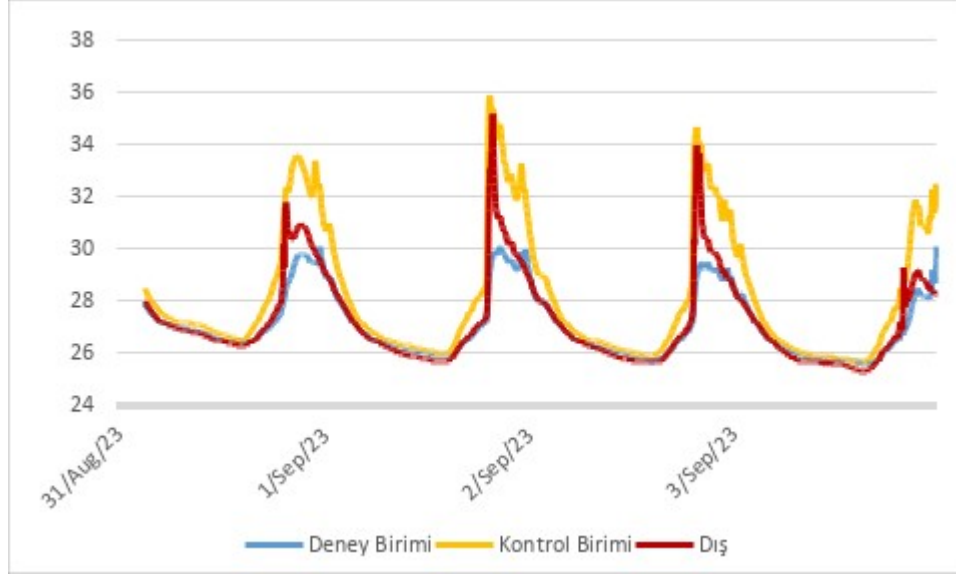


**Şekil 4.12:** “Kontrol birimi” (sağda) ve “Deney Birimi” (solda) olarak hazırlanmış termal kutular.

Oluşturulan deney düzenekleri gün boyunca birbirine denk bir şekilde güneş ışınımı alabilecek şekilde, dış ortam sıcaklığına mümkün olduğunca en yakın sıcaklıklarda kalabilmesi adına devamlı olarak havalandırılmakta olan bir ortamda konumlandırılmıştır (Şekil 4.13). Bunun ardından bir tanesi üretilen prototipin monte edildiği, bir tanesi herhangi bir ekleme yapılmayan “kontrol birimi” olmak üzere ikisi termal kutuların içerisine yerleştirilen, bir diğeri ise bu kutuların bulunduğu odanın dış ortam sıcaklığını kontrol etmek amacıyla kullanılan üç adet Elitech RC5+ sıcaklık kayıt cihazı ile 31.08.2023 - 03.09.2023 tarihleri arasında üç gün boyunca sıcaklık takibi yapılmıştır (Şekil 4.14).

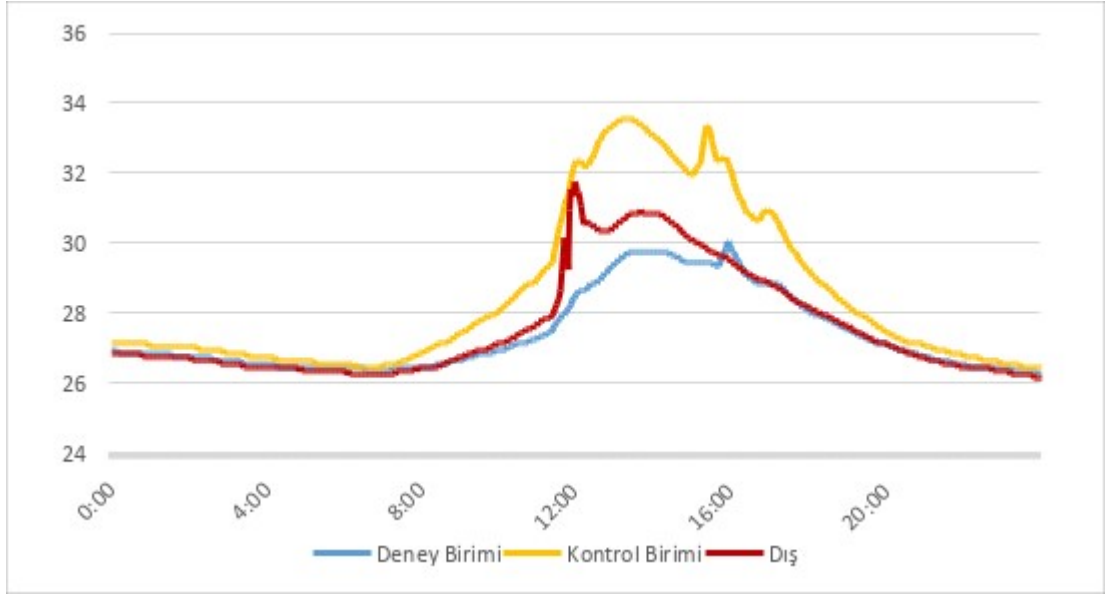


**Şekil 4.13:** Sıcaklık kayıtları alındığı süreçte termal kutuların konumları.



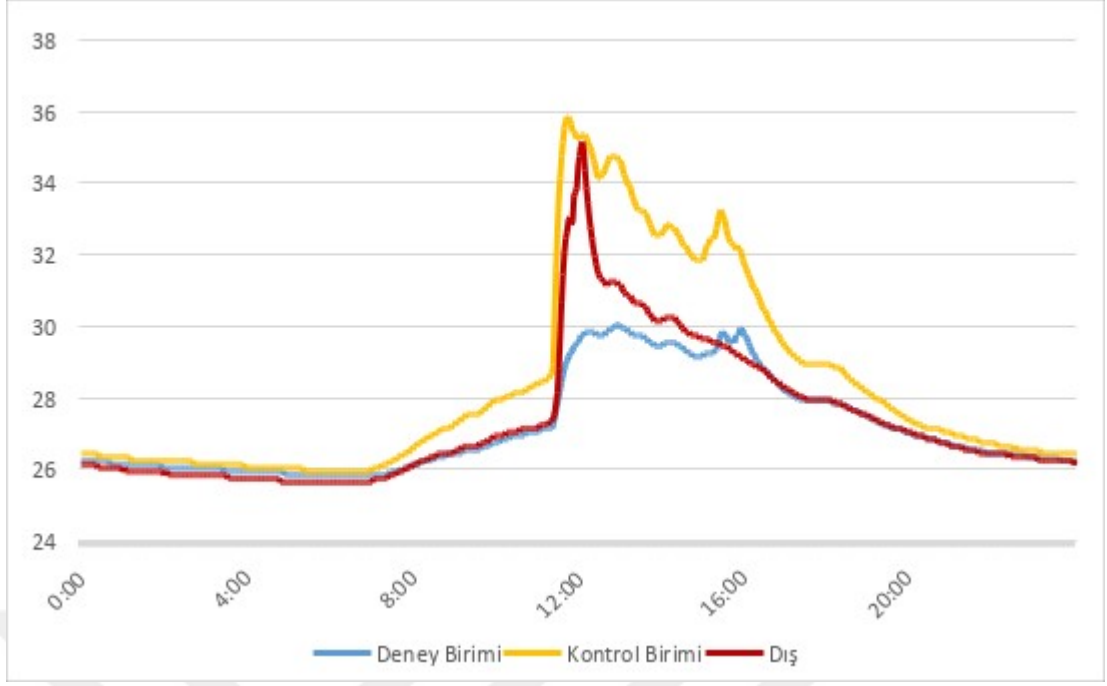
**Şekil 4.14:** 31.08.2023 - 03.09.2023 tarihleri arasında kaydedilmiş sıcaklıklar.

Kayıt altına alınmış olan üç günlük verilerin tamamı incelendiğinde; şeffaf yüzeyi doğrudan güneş ışınımı alacak şekilde yerleştirilmiş olan iki termal kutudan “kontrol birimi” olarak adlandırılmış, herhangi bir ekleme yapılmamış olanı; gün boyunca dış ortamın dahi üzerindeki sıcaklıklara ulaşabilecek kadar güneş ışınımının içeri girişine izin vermiştir. Bu durumun oluşmasında güneş ışınımıyla içeri giren enerjinin, yalıtım malzemesi ile üretilmiş kutu tarafından hapsedilmiş olduğundan bahsetmek mümkündür. Aktif bir sistemle soğutulmadığı senaryoda iyi yalıtılmış bir yapıda da buna benzer bir davranış görülebileceği ihtimalinden söz etmek de mümkündür. Buna karşılık “deney birimi” olarak isimlendirilmiş olan ve üretilmiş prototipin monte edildiği termal kutunun ise, özellikle güneşin ısıtıcı etkisinin en yüksek seviyede hissedildiği 02.09.2023 - 11:44 tarih ve saatindeki ölçümlerde hem dış ortamla 3.8°C, hem de kontrol birimi ile 6.7°C’yi bulan bir sıcaklık farkına sebep olabilecek kadar güneş ışınımı girişini engellemeyi başardığı görülebilmektedir (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Ek-2). Termal kutuların üretilmiş olduğu malzemenin yalıtkanlığıyla birlikte, güneşin ısıtıcı etkisinin engellenmiş olduğu bu senaryoda ise; iç ortam sıcaklığının hem daha düşük, hem de gün içinde daha düşük miktarda değişim gösteren davranışı dikkat çekicidir.



**Şekil 4.15:** 01.09.2023 tarihinde kaydedilmiş sıcaklıklar.

01.09.2023 ve 02.09.2023 tarihlerine ait kaydedilen sıcaklık değerlerini barındıran Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da görülebileceği üzere, yalıtılmış bir ortamda güneş ışıınımlı ile enerji girişinin kontrol altına alınmaması, söz konusu sıcaklığın kontrol birimi içerisinde hapsolması nedeniyle neredeyse günün her saatinde görülen sıcaklık değerlerinin dış ortamdaki dahi yüksek olmasına sebep olabilmektedir. Bu ölçümlerde bahsedilebilecek bir diğer konu ise, kontrol biriminin sıcaklık değerlerinin dış ortam sıcaklığında meydana gelen değişimlerin büyüklüğüyle doğru orantılı olarak değişim gösterme eğiliminde olmasıdır. Öyle ki; 01.09.2023 tarihinde dış ortam sıcaklığı 26.3–31.8°C aralığında değişim göstermekteyken, bu kutudaki ölçümler 26.5–33.6° olarak kaydedilmiştir. Bu duruma karşılık 02.09.2023 tarihinde, dış ortam sıcaklık değerleri 25.7–35.2°C aralığında ölçüldüğünde kontrol birimindeki sıcaklık değerleri 26.1–35.9°C aralığında kaydedilmiş olup benzer bir artış göstermiştir. Üretilmiş prototipin monte edildiği termal kutudaki sıcaklık değerlerindeki değişimin ise, ölçüm yapılan üç gün boyunca benzer bir aralıkta kaldığından bahsedilebilir. 01.09.2023 tarihinde 26.4–30.1°C değerleri kaydedilmişken, en yüksek dış ortam sıcaklıklarının 3.4°C daha yüksek olduğu 02.09.2023 tarihinde bu aralık 25.9–30.1°C olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında üretilmiş prototipin iç ortam sıcaklığını belirli bir aralıkta tutma konusunda başarı gösterdiğinden bahsetmek mümkündür.



**Şekil 4.16:** 02.09.2023 tarihinde kaydedilmiş sıcaklıklar.

Yine günlük sıcaklık değerleri incelendiğinde görülebilmektedir ki; yalıtkan malzemeden üretilmiş olan termal kutuların içerisine girmiş olan ısı enerjisinin dışarı atılması, dış ortam sıcaklığının düşmesine oranla çok daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Herhangi bir gölgelendirme elemanı içermeyen “kontrol birimi”, gün doğumunu takip eden saatlerden itibaren içerisine hapsolan güneş ışıını ile kazanılmış ısı enerjisinin de etkisiyle dış ortamdaki dahi daha hızlı bir şekilde ısınmaktadır. En büyük sıcaklık farklarının ortaya çıktığı 02.09.2023 tarihi özelinde bakıldığında, kontrol birimi ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı kontrol biriminin yüksek bir hızla ısınması sonrasında 11:44 saatli ölçümde 2.9°C seviyesine kadar yükselmiştir. Buna karşılık güneş ışıını etkisinin en yoğun olduğu öğle saatlerinde, neredeyse eşitlenen bu sıcaklık değerleri arasındaki farkın 0.2°C seviyesine kadar azaldığı görülebilmektedir. Buna karşılık dış ortam sıcaklığının düşüş hızının ısıyı içerisinde tutmakta başarılı olduğu söylenebilecek termal kutulardan daha hızlı olduğu 12:04 saatinden itibaren yapılan ölçümlerde aradaki sıcaklık farkının tekrar artıyor olduğu görülebilmemesinden de anlaşılmaktadır. Benzeri şekilde, üretilen prototipin monte edilmiş olduğu “deney biriminde” gün boyu sıcaklık değerlerinin daha düşük olduğu görülebilecek olmakla birlikte, dış ortam sıcaklıklarındaki hızlı düşüşünün ardından 15:20 - 16:22 saatleri arasındaki ölçümlerde daha yüksek

sıcaklık değerleri ortaya çıkmıştır. Buna karşılık güneş ışıınının en güçlü olduğu saatlerde bu birimin sıcaklığının sabit kaldığından bahsetmek de mümkündür. Deney biriminin göstermiş olduğu bu ısı davranış doğrultusunda; üretilmiş olan cephe (gölgeleme) elemanın, özellikle güneş ışıınının en etkili olduğu öğle saatlerinde ışıının ile oluşan enerji kazancı sonucu ortaya çıkan yüksek miktardaki sıcaklık artışını engelleyecek düzeyde performansa sahip olduğu söylenebilir. Buna karşılık bahsedilen yüksek sıcaklık artışı gerek dış ortam, gerekse kontrol birimi içerisinde görülebilmektedir.

Kontrol biriminin dış ortam sıcaklığının düşmesinin başlangıcından sonra bir süre daha sıcak kalmasında hem termal kutuların üretildiği yalıtkan malzemenin düşük ısı iletim katsayısının, hem de bahsedilen saatlerde (02.09.2023, 11:44 - 20:00) bu birimin halen güneş ışıını almaya devam etmesinin etkili olduğu söylenilebilir. Deney biriminde ise yalıtkan malzeme bir süre sıcaklık korunumuna sebep olmakla birlikte, kısıtlanmış olan güneş ışıını etkisi nedeniyle bu birimin sıcaklığının düşmeye başlamadan önce dış ortam sıcaklığının üzerinde kaldığı süre (02.09.2023, 15:20 - 16:22) çok daha kısadır.

Daha detaylı incelemeler yapılması gerekli görülmesi durumunda kullanılmak üzere deney boyunca ölçülmüş olan sıcaklık verileri, Ek-2 içerisinde paylaşılmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan literatür incelemeleri ve geliştirilmekte olan “şekil hafızalı malzeme kullanımı ile kinetik cephe elemanı önerisine” yönelik bulgular göstermektedir ki; şekil hafızalı malzemeler, bu çalışmada da amaçlandığı üzere, herhangi bir enerji tüketimine sebep olmaksızın gölgelendirme ve havalandırma gibi çeşitli amaçlarla yapı kabuğunun bir parçası olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Buna rağmen, henüz oldukça yeni olarak adlandırılabilir ve yaygın olarak üretilmek yerine ancak laboratuvar ortamında üretim ve eğitilmeleri söz konusu olduğundan bu çözümlerin oldukça maliyetli olması göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle mümkün olan en az miktarda şekil hafızalı malzeme ile harekete geçirilebilen cephe sistemleri üretimi oldukça önem kazanmaktadır.

Rijit origami prensipleri, özellikle tek serbestlik derecesine sahip olan desenler söz konusu olduğunda optimum şekil hafızalı malzeme kullanımını sağlamak için bir çözüm olarak görülebilmektedir. Bunun yanı sıra, rijit origaminin mühendislik uygulamalarında giderek artan kullanım alanları da mevcuttur. Genellikle gölgelendirme amaçlı üretilen kinetik cephe elemanlarının, Yu vd. (2019) tarafından bahsedilmiş olan ses yalıtım özelliği ya da oluşturulabilecek farklı geometriler sayesinde doğal havalandırılmanın yönlendirilmesi gibi farklı ikincil beceriler kazanmasında rijit origami desenlerinin etkili olabileceği savunulabilmektedir.

Üretilmiş prototipte kullanılan origami katlanma deseni olan Miura-Ori’nin ses engelleyici bariyer üretilmesinde kullanımından bahseden çalışmalar da olduğu göz önüne alındığında (Yu vd., 2019), tasarlanmış ürünün uygulanacağı yapının ses yalıtımına destek verip veremeyeceği incelemeye açık bir diğer konu olarak

gösterilebilir. Üretilen prototipte temel hedef gölgelendirme olduğu için, bu yönde başarı gösterse dahi, bu tarz bir ikincil kazanımın optimum düzeye çekilebilmesi her zaman söz konusu olamayabileceği için, bu yönde yapılacak geliştirmelerin ısı performansını düşürecek etki gösterme ihtimali gözardı edilmemelidir. Bununla birlikte, önerilen cephe elemanı tasarımının sahip olduğu bu ve buna benzer ikincil kazanımların incelenmesi, cephe elemanının daha da gelişmesine katkıda bulunacaktır.

Yi ve Kim (2021) tarafından ortaya atılmış olan proje örneğinde görüldüğü gibi; farklı şekil hafızalı malzemelerin birlikte kullanımı ise, benzeri uygulamaların farklı çevre değişkenlerine cevap verebilen şekil hafızalı malzemeler kullanılarak geliştirilmesi ihtimalini düşündürmektedir. Bu yöndeki çalışmalar ile, bilgisayarlı kontrol sistemlerinin sahip olduğu, çok sayıda değişkene yönelik yanıt verebilme becerisinin pasif sistemler ile de sağlanabilmesi söz konusu olabilmektedir. Elde edilen sistem az sayıda parçadan ve kompleks bir yapıya ihtiyaç duymadan üretilmiş olacağı için; bu gibi kompozit malzemelerle geliştirilmesi ve bunun sonucu olarak bahsedilen ikincil özellikleri kazanması heyecan verici ihtimaller arasında gösterilebilmektedir. Geliştirilmiş prototip özelinde yapılacak bir diğer yorum, Wang (2021) tarafından ortaya koyulmuş olana benzer, ışık doğrultusunda şekil değiştirebilen malzemelerin de dahil edilmesi ile gün ışığının olmadığı saatlerde yüzeyin tamamen katlanmasının sağlanabilmesinin, doğal havalandırma potansiyelini daha üst seviyelere çıkartabilme ihtimalidir.

İstanbul ili içerisinde yapılan deneylerde başarılı sonuç alınan bu prototipin, farklı bölgelerde uygulamaları söz konusu olması durumunda tercih edilecek şekil hafızalı yayların o bölgenin iklim şartlarına uygun aktifleşme sıcaklığına sahip olacak şekilde değiştirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, İstanbul mevsim normallerinde Mayıs – Eylül ayları boyunca karşılaşılabilmesi öngörülen 20°C aktifleşme sıcaklığı ortaya çıkmadığında cephe elemanının hareket edeceği şartlar oluşmayabilir. Artan yıllık ortalama sıcaklıklar göz önüne alındığında, sistemin yılın büyük bölümünde hareketli olması için ilerleyen yıllarda İstanbul için de daha yüksek aktifleşme sıcaklıklarının tercih edilmesi bir gereksinim haline gelebilir.

Bilgisayarlı/aktif olarak kontrole izin verecek şekilde şekil hafızalı yayın sıcaklığını değiştirebilecek sistemlerin bu çalışmada üretilen prototipin geliştirilmesinde kullanılması, mevcut sistemin farklı hava şartlarında harekete geçirilmesinde ya da kullanıcı talepleri doğrultusunda açılma/kapanma hareketi yapmasına izin verebilecek olsa da, bu çalışmada pasif bir sistem oluşturulması hedeflenmiş olduğundan göz ardı edilmiştir. Bunun yanı sıra kullanıcının sahip olduğu bu kontrol, sistemin iklim şartlarına en uygun şekilde tepki verecek şekilde kurgulanmasına kıyasla daha düşük miktarda kazanç elde edilmesine sebep olabilme ihtimalini de beraberinde getirmektedir.

Yapılarda doğal havalandırma kullanımına yönelik yapılan çalışmalarında Schulze ve Eicker (2013); soğutma yüklerinden kaçınılması için en etkili çözüm olarak iç mekan sıcaklığının, dış mekan sıcaklığının ve 20°C'ın üzerinde bulunduğu durumda hava geçişine izin verilmesini önermiştir. Elde edilen cephe elemanının hava akışını tamamen kesmesi söz konusu olmasa dahi, cephenin önünde ikinci bir katman olarak yer alması nedeniyle hava geçirgenliğine etkisi bulunmaktadır. Önerilen havalandırma stratejisinin hem iç, hem de dış mekan sıcaklıklarını göz önünde bulundurması ise, pasif bir sistem kullanımını güç hale getirmektedir. Bilgisayarlı/aktif bir sistemin üretilmiş olan prototipe entegre edilmesi durumunda, iç ve dış mekan sıcaklıkları düzenli olarak ölçülebilir ve sistemin bu davranışı göstermesi sağlanabilir hale getirilebilecektir. Bununla birlikte; bahsedilen doğal havalandırma stratejisinin de entegre edildiği bir yaklaşımın, yalnızca sıcaklığa bağlı gölgelendirme yapılan mevcut stratejiye kıyasla ne şekilde performans göstereceği incelenmelidir.

Üretilmiş olan prototipin boyutlandırılması, “Şekil Hafızalı Malzeme ile Kinetik Cephe Elemanı Tasarımı” alt başlığı altında da belirtildiği gibi uygulanacak olduğu cephede kullanılan profillerin aralıkları doğrultusunda değiştirilebilir olduğundan dolayı, tasarlanmış cephe elemanının farklı boyutlarda üretilmiş olması halinde göstereceği performans incelenmesi gereken bir diğer konu olarak gösterilebilir. Daha küçük boyutlu ancak çok sayıda cephe elemanı ile aynı yüzeyin kapatılmasının, söz

konusu elemanların aynı yüzey üzerinde ortaya çıkabilecek farklı sıcaklık değerlerine lokal olarak tepki verebilmesine olanak sağlayacak olduğundan, bu boyut değişiminin gösterilen performansı değiştireceği öngörülebilmektedir. Söz konusu sıcaklık farklarına, uygulanacak cephenin farklı bölgelerini etkileyecek şekilde düşebilecek gölgeler ya da rüzgar gibi çeşitli değişkenlerin sebep olabileceği söylenebilir.

Önerilen cephe elemanının farklı profil aralıklarındaki boyutlandırılması sonucunda hem çelik, hem de şekil hafızalı yayların kalınlıklarında da değişiklik yapılması gerekecektir. Yine benzeri şekilde, farklı iklim koşullarında, doğru aktifleşme sıcaklığının tespit ve tercih edilmesi bir diğer gereksinimdir. Üretilen prototipin endüstriyel düzeyde üretim ve uygulama aşamasına geçmesi halinde, bu gibi kararların alınmasında son kullanıcıya yardımcı olacak uzmanlar ya da kılavuzlara ihtiyaç duyulabilecektir.

Cephe elemanı tasarımı doğrultusunda üretilmiş olan prototipte, sahip olduğu çeşitli avantajlar nedeniyle yüzey oluşturulan malzeme olarak alüminyum kullanılmıştır. Tamamen opak bir malzeme kullanımı, yüzeyin katlanmamış halde olacağı sıcaklıklarda gün boyunca doğal aydınlatmanın yetersiz kalmasına sebep olabilmektedir. Bu senaryoda yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulacağından dolayı harcanan elektrik enerjisi ve oluşması engellenen soğutma yükleri sayesinde aktif iklimlendirme sistemlerinden elde edilen kazanç arasındaki ilişki daha ileriki çalışmalarda incelenmelidir. Yapay aydınlatma kullanımının azaltılması adına güneş ışığına karşı yarı-geçirgen özellikte bir malzeme kullanılarak yüzey üretimi opsiyonu bulunmakla birlikte, bu durumun cephe elemanının performansını ne şekilde etkileyeceği de incelenmelidir.

Yapılan ilk deneylerde alınan sonuçların başarılı kabul edilebilecek olmasına karşın, üretilmiş olan prototipin büyük ölçekli üretim ve uygulama aşamasına ulaşmasından söz edilebilmesi için yapılması gereken birçok inceleme olduğundan bahsetmek mümkündür. Bununla birlikte, elde edilen sonuçların hem bu prototipin daha ileriki

aşamalara taşınma potansiyelini göstermesi, hem de şekil hafızalı malzemelerin cephe uygulamalarında kullanım potansiyelini bir kez daha ortaya koyması açısından önemli olduğu söylenebilir. Giriş bölümünde de bahsedildiğizere, enerji tüketiminde sahip oldukları büyük pay nedeniyle yapılarda bulunan enerji tüketiminin kontrol altına alınmasının büyük önem taşıdığı da göz önüne alındığında bu ve benzeri yaklaşımların geliştirilmesinin giderek artan bir gereklilik haline geldiğinden söz edilebilir.



## 6. KAYNAKLAR

Abel, Z., Cantarella, J., Demaine, E. D., Eppstein, D., Hull, T. C., Ku, J. S., Lang, R. J., & Tachi, T. (2016). Rigid origami vertices: conditions and forcing sets. *Journal of Computational Geometry*, 7(1), 171–184.  
<https://doi.org/10.20382/jocg.v7i1a9>

Acet, B. C. ve Bostancıoğlu E. (2022). “Kinetik Cephe Sistemlerinde Şekil Hafızalı Malzeme Uygulamaları”, 2nd International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies (ISSRIS’22)

Air Flower. LIFT architects. <http://www.liftarchitects.com/air-flower> (Erişim: 1 Kasım 2022)

Aksamija, A. (2015). High-Performance Building Envelopes: Design Methods for Energy-Efficient Facades.  
[https://www.brikbases.org/sites/default/files/BEST4\\_4.2%20Aksamija.paper.pdf](https://www.brikbases.org/sites/default/files/BEST4_4.2%20Aksamija.paper.pdf)

Akdoğan, A., & Nurveren, K. (2003). Şekil Hafızalı Alaşımlar. *Mühendis Ve Makina*, 44(521), 35-44.  
[https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/39fd53b59e3bb12\\_ek.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/39fd53b59e3bb12_ek.pdf)

Albag, O., Anishchenko, M., Grassi, G., & Paoletti, I. (2019). Adaptive skins: Towards new material systems. *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, 209–219.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_19)

Arun, D I, Chakravarthy, P, Arockia Kumar, R, Santhosh, B. (2018). *Shape Memory Materials* (1st ed.). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781351119948>

Atasoy, A., Kuchimov, S., Guclu, B., Ozkan, M., Toptas, E., & Kaplanoglu, E. (2018). SMA actuator design considerations. 2018 Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT).  
<https://doi.org/10.1109/ebbt.2018.8391428>

Avila, A., Magleby, S. P., Lang, R. J., & Howell, L. L. (2019). Origami fold states: concept and design tool. *Mechanical Sciences*, 10(1), 91–105.  
<https://doi.org/10.5194/ms-10-91-2019>

- Beites, S. (2013). Morphological Behavior of Shape Memory Polymers Toward a Deployable, Adaptive Architecture. [http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia13\\_121.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia13_121.content.pdf)
- Behl, M., Zotzmann, J., & Lendlein, A. (2009). Shape-Memory polymers and Shape-Changing polymers. In *Advances in Polymer Science* (pp. 1–40). [https://doi.org/10.1007/12\\_2009\\_26](https://doi.org/10.1007/12_2009_26)
- Chen, Y., Peng, R., & You, Z. (2015). Origami of thick panels. *Science*, 349(6246), 396–400. <https://doi.org/10.1126/science.aab2870>
- Cui, J., Poblete, F. R., & Zhu, Y. (2018). Origami/Kirigami-Guided Morphing of Composite Sheets. *Advanced Functional Materials*, 28(44), 1802768. <https://doi.org/10.1002/adfm.201802768>
- D’Elia, E., Ahmed, H. S., Feilden, E., & Saiz, E. (2019). Electrically-responsive graphene-based shape-memory composites. *Applied Materials Today*, 15, 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2018.12.018>
- Energy performance of buildings directive - European Commission. (2021). Erişim tarihi: 9 Haziran 2021, Erişim adresi: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)
- Ergin, Ö. ve Girgin, Z. C. , “Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinde Şekil Hafızalı Alaşımlar ve Uygulamaları,” *Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Uygulamaları Dergisi*, Cilt 3 Sayı 2, 169-181, Kış 2019, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/964148>.
- Fan, K., Huang, W., Wang, C. C., Ding, Z., Zhao, Y., Purnawali, Liew, K. C., Zheng L.X. (2010). Water-responsive shape memory hybrid: Design concept and demonstration. *Express Polymer Letters*, 5(5), 409–416. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2011.40>
- Formentini, M., & Lenci, S. (2018). An innovative building envelope (kinetic façade) with Shape Memory Alloys used as actuators and sensors. *Automation in Construction*, 85, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.006>
- Fornell, J. (2021). Magnetic Shape Memory Composites. *Encyclopedia of Materials: Composites*, 487–495. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11867-3>
- Gall, K., Mikulas, M. M., Munshi, N. A., Beavers, F., & Tupper, M. (2000). Carbon Fiber Reinforced Shape Memory Polymer composites. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 11(11), 877–886. <https://doi.org/10.1106/ejgr-ewnm-6clx-3x2m>
- Gattas, J. M., Wu, W., & You, Z. (2013). Miura-Base Rigid Origami: Parameterizations of First-Level Derivative and Piecewise Geometries. *Journal of Mechanical Design*, 135(11). <https://doi.org/10.1115/1.4025380>

Gezer, H., & Aksu, G. (2021). Yeni Nesil Malzemelerin Kent Ekosistemi Kapsamında Değerlendirilmesi. M. Dal (Ed), Mimarlık Bilimleri ve Teknolojisi (pp. 147-180). Lyon: Livre de Lyon. ISBN: 978-2-38236-093-4

Grey, S. W., Scarpa, F., & Schenk, M. (2021). Embedded Actuation for Shape-Adaptive Origami. *Journal of Mechanical Design*, 143(081703). <https://doi.org/10.1115/1.4049880>

Huang, W. M., Ding, Z., Wang, C., Wei, J., Zhao, Y., & Purnawali, H. (2010). Shape memory materials. *Materials Today*, 13(7–8), 54–61. [https://doi.org/10.1016/s1369-7021\(10\)70128-0](https://doi.org/10.1016/s1369-7021(10)70128-0)

Interactive "living glass" regulates air quality. *Inhabitat*. <https://inhabitat.com/carbon-dioxide-sensing-living-glass/> (Erişim: 1 Kasım 2022)

Kessler, M. R., Sottos, N. R., & White, S. R. (2003). Self-healing structural composite materials. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 34(8), 743–753. [https://doi.org/10.1016/s1359-835x\(03\)00138-6](https://doi.org/10.1016/s1359-835x(03)00138-6)

Khelil, S., Korkmaz, K., & Zemmouri, N., (2020) Raising the efficiency of deployable building facades with Biomimetics for hot and arid regions, *Architecture, technology and Innovation 2020 "Smart buildings, smart cities"*, [https://www.researchgate.net/publication/346524124\\_Raising\\_the\\_efficiency\\_of\\_deployable\\_building\\_facades\\_with\\_Biomimetics\\_for\\_hot\\_and\\_arid\\_regions](https://www.researchgate.net/publication/346524124_Raising_the_efficiency_of_deployable_building_facades_with_Biomimetics_for_hot_and_arid_regions)

Kwak, S., Giraldo, J. P., Lew, T. T. S., Wong, M. H., Liu, P., Yang, Y. J., Koman, V. B., McGee, M. K., Olsen, B. D., & Strano, M. S. (2018). Polymethacrylamide and Carbon Composites that Grow, Strengthen, and Self-Repair using Ambient Carbon Dioxide Fixation. *Advanced Materials*, 30(46), 1804037. <https://doi.org/10.1002/adma.201804037>

Lendlein, A., & Kelch, S. (2002). Shape-Memory Polymers. *Angewandte Chemie International Edition*, 41(12), 2034. [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20020617\)41:12<2034::aid-anie2034>3.0.co;2-m](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20020617)41:12<2034::aid-anie2034>3.0.co;2-m)

Liang, C., Rogers, C. A., & Malafeew, E. (1997). Investigation of shape memory polymers and their hybrid composites. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 8(4), 380–386. <https://doi.org/10.1177/1045389x9700800411>

Liu, C., & Felton, S. M. (2018). Transformation Dynamics in Origami. *Physical Review Letters*, 121(25). <https://doi.org/10.1103/physrevlett.121.254101>

Mazzucchi, A. (2017). A Kinetic Module for Modular Structures Based on Rigid Origami. Nexus Network Journal, 20(1), 41–57.  
<https://doi.org/10.1007/s00004-017-0351-y>

MGM. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 15 Nisan 2022, Erişim adresi:  
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=%C4%BOSTANBUL%2FFLORYA>

Nashaat, B. & Waseef, A. (2017) Responsive Kinetic Facades: An Effective Solution for Enhancing Indoor Environmental Quality in Buildings.  
[https://www.researchgate.net/publication/330347504\\_Responsive\\_Kinetic\\_Facades\\_An\\_Effective\\_Solution\\_for\\_Enhancing\\_Indoor\\_Environmental\\_Quality\\_in\\_Buildings](https://www.researchgate.net/publication/330347504_Responsive_Kinetic_Facades_An_Effective_Solution_for_Enhancing_Indoor_Environmental_Quality_in_Buildings)

Osório, F., Paio, A., & Oliveira, S. (2014). KOS- Kinetic Origami Surface. In Proceedings of the 19th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA).  
<https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2014.201>

Otsuka K. ve Wayman, C. M. . Shape Memory Materials. Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 1999.

Pilate, F., Toncheva, A., Dubois, P. & Raquez, J.-M. (2016). Shape-memory polymers for multiple applications in the materials world. European Polymer Journal, 80, 268–294.  
<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2016.05.004>

Peraza Hernandez, E. A., Hartl, D. J., & Lagoudas, D. C. (2019). Introduction to Active Origami Structures. Active Origami, 1–53.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-91866-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91866-2_1)

PIXELSKIN02. Transmaterial. <https://transmaterial.net/pixelskin02/> (Erişim: 1 Kasım 2022)

Abdel-Rahman A., & Tafrihi, E. (2018). Heat-Actuated Auxetic Facades. Facade Tectonics 2018.  
<https://www.facadetectonics.org/papers/heat-actuated-auxetic-facades>

Ritter, A. (2007). Shape-Changing Smart Materials. Smart Materials, 46–71.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8227-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8227-8_3)

Saito, K., Tsukahara, A., & Okabe, Y. (2016). Designing of self-deploying origami structures using geometrically misaligned crease patterns. Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 472(2185), 20150235.  
<https://doi.org/10.1098/rspa.2015.0235>

Saito, K., Tsukahara, A., & Okabe, Y. (2013). New Deployable Structures Based on an Elastic Origami Model. Volume 6B: 37th Mechanisms and Robotics Conference.

<https://doi.org/10.1115/detc2013-12901>

Schneider, M., Waldhör E. F., Denz, P., Vongsingha, P., Suwannapruk, N., & Sauer, C., (2021) Adaptive Textile Facades Through the Integration of Shape Memory Alloy,” ACADIA 2020 - Distributed Proximities, 360-370,

[https://www.researchgate.net/publication/354554924\\_Adaptive\\_Textile\\_Facades\\_Through\\_the\\_Integration\\_of\\_Shape\\_Memory\\_Alloy](https://www.researchgate.net/publication/354554924_Adaptive_Textile_Facades_Through_the_Integration_of_Shape_Memory_Alloy)

Schenk, M. & Guest, S.D. (2010) Origami Folding: A Structural Engineering Approach

[https://www.researchgate.net/publication/265004670\\_Origami\\_Folding\\_A\\_Structural\\_Engineering\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/265004670_Origami_Folding_A_Structural_Engineering_Approach)

Schulze, T., & Eicker, U. (2013). Controlled natural ventilation for energy efficient buildings. Energy and Buildings, 56, 221–232.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.044>

Schwartz, M. (Editör). (2008). Smart Materials (1st ed.). CRC Press.

<https://doi.org/10.1201/9781420043730>

Shape memory alloy training. How to Get What You Want.

<https://www.kobakant.at/DIY/?p=6682> (Erişim: 12 Eylül 2023)

Sun, L., & Huang, W. (2010). Mechanisms of the multi-shape memory effect and temperature memory effect in shape memory polymers. Soft Matter, 6(18), 4403.

<https://doi.org/10.1039/c0sm00236d>

Sun, L., Huang, W. M., Wang, C., Ding, Z., Zhao, Y., Tang, C., & Gao, X. (2013). Polymeric shape memory materials and actuators. Liquid Crystals, 41(3), 277–289.

<https://doi.org/10.1080/02678292.2013.805832>

Tachi, T. (2010). Geometric Considerations for the Design of Rigid Origami Structures.

[https://tsg.ne.jp/TT/cg/DesignOfRigidOrigamiStructures\\_tachi\\_IASS2010.pdf](https://tsg.ne.jp/TT/cg/DesignOfRigidOrigamiStructures_tachi_IASS2010.pdf)

Tachi, T., Masubuchi, M., & Iwamoto, M. (2012). Rigid Origami Structures with Vacuumatics: Geometric Considerations.

<https://origami.c.u-tokyo.ac.jp/~tachi/cg/VacuumaticOrigamiIASS2012.pdf>

Tachi, T., & Hull, T. C. (2016). Self-Foldability of Rigid Origami. Asmedigitalcollection.asme.org; American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

<https://doi.org/10.1115/DETC2016-60546>

TUB PROTOTYPES – SHAPE MEMORY ALLOY SHADING. Tactile Architecture LCW. <https://tactile-architecture.com/make-material-city-shading-device/> (Erişim: 1 Kasım 2022)

Tuna Kayılı, M. (2020). Akıllı Malzemelerin Kamu Yapılarında Uygulama Önerileri: Karabük Örneği. *European Journal Of Science And Technology*, 805-817. doi: 10.31590/ejosat.690675

Tobushi, H., Hayashi, S., Hoshio, K., Makino, Y., & Miwa, N. (2006). Bending Actuation Characteristics of Shape Memory Composite with SMA and SMP. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 17(12), 1075–1081. <https://doi.org/10.1177/1045389x06064885>

Toptaş, E. (2006). Şekil Hafızalı Metaller ile Aktüatör tasarımı (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi.

Van Humbeeck, J. (1997). Shape Memory Materials: State of the art and requirements for future applications. *Journal De Physique*, 07(C5), C5-12. <https://doi.org/10.1051/jp4:1997501>

Vercesi, L., Speroni, A., Mainini A.G., Poli, T. A Novel Approach to Shape Memory Alloys Applied to Passive Adaptive Shading Systems. *Journal of Facade Design and Engineering*. Vol. 8. No. 1. (2020)

Wang, Y., Li, M., Chang, JK. , v.d . Light-activated shape morphing and light-tracking materials using biopolymer-based programmable photonic nanostructures. *Nat Commun* 12, 1651 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21764-6>

WWF, “Türkiye’nin Ekolojik Ayak İzi Raporu”, 2012, [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin\\_ekolojik\\_ayak\\_izi\\_raporu.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf)

Xia, Y., He, Y., Zhang, F., Liu, Y., & Leng, J. (2020). A review of Shape Memory Polymers and Composites: Mechanisms, materials, and Applications. *Advanced Materials*, 33(6), 2000713. <https://doi.org/10.1002/adma.202000713>

Xiao, R., Guo, J., & Nguyen, T. D. (2015). Modeling the multiple shape memory effect and temperature memory effect in amorphous polymers. *RSC Advances*, 5(1), 416–423. <https://doi.org/10.1039/c4ra11412d>

Xie, T. (2010). Tunable polymer multi-shape memory effect. *Nature*, 464(7286), 267–270. <https://doi.org/10.1038/nature08863>

Yaman, B., & Arpacioğlu, Ü. (2021). Dinamik Kontrollü Uyarlanabilir Cephe ve Gölgeleme Sistemleri. *Mimarlık Bilimleri Ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*. <https://doi.org/10.30785/mbud.798233>

Yi, H., Kim, D., Kim, Y., Kim, D., Koh, J.-sung, & Kim, M.-J. (2020). 3D-printed attachable kinetic shading device with alternate actuation: Use of shape-memory

alloy (SMA) for climate-adaptive responsive architecture. *Automation in Construction*, 114, 103151.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103151>

Yi, H. ve Kim, Y. , “Self-shaping building skin: Comparative environmental performance investigation of shape-memory-alloy (SMA) response and artificial-intelligence (AI) kinetic control,” *Journal of Building Engineering*, Cilt. 35, 102113, Mart 2021

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102113>

Yi, H., & Kim, Y. (2021). Prototyping of 4D-printed self-shaping building skin in architecture: Design, fabrication, and investigation of a two-way shape memory composite (TWSMC) façade panel. *Journal of Building Engineering*, 43, 103076.

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103076>

Yüksel Ayvaz, Ö. (2019). Akıllı Malzemelerin Mimaride Kullanım Olanakları (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Yoon, J. (2019). SMP Prototype Design and Fabrication for Thermo-responsive Façade Elements. *Journal of Facade Design and Engineering*, 7(1), 41–62.

<https://doi.org/10.7480/jfde.2019.1.2662>

Yu, X., Fang, H., Cui, F., Cheng, L., & Lu, Z. (2019). Origami-inspired foldable sound barrier designs. *Journal of Sound and Vibration*, 442, 514–526.

<https://doi.org/10.1016/j.jsv.2018.11.025>

Zhang, T., & Kawaguchi, K. (2021). Folding analysis for thick origami with kinematic frame models concerning gravity. *Automation in Construction*, 127, 103691.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103691>

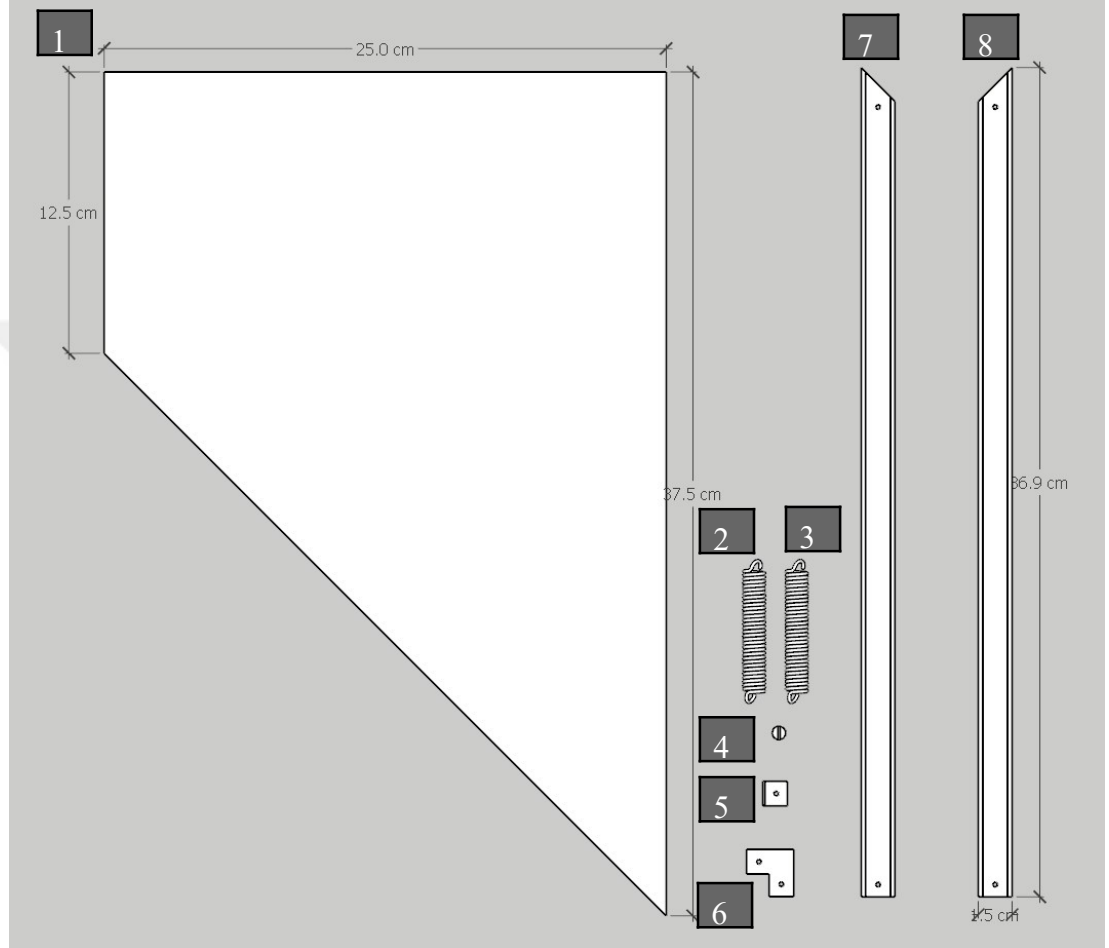
Zirbel, S. A. (2014, May 1). Deployment Methods for an Origami-Inspired Rigid-Foldable Array. NASA Technical Reports Server (NTRS).

<https://ntrs.nasa.gov/citations/20150004060>

## EKLER:

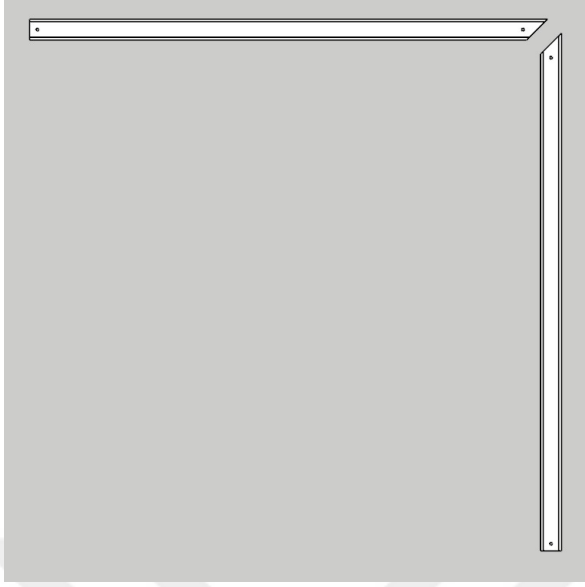
### EK-1 ÜRETİLEN PROTOTİPİN PARÇA LİSTESİ VE BİRLEŞİM YÖNTEMİ

#### Parça Listesi:

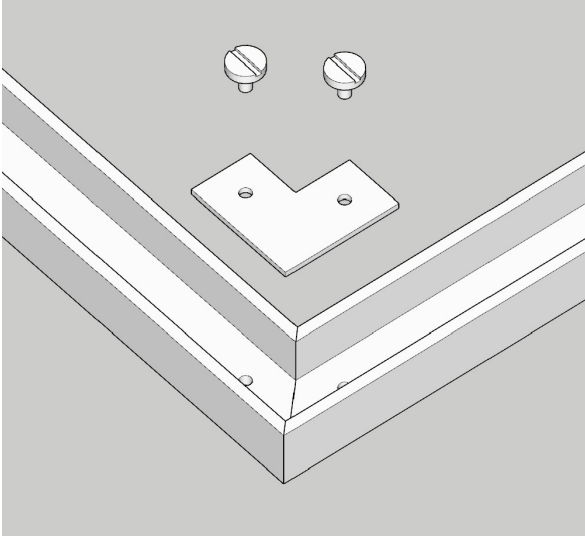


| Parça No | Parça Adı                          | Sayısı |
|----------|------------------------------------|--------|
| 1        | Alüminyum Plaka                    | 4      |
| 2        | Nitinol Yay                        | 2      |
| 3        | Çelik Yay                          | 2      |
| 4        | Çelik Vida                         | 4      |
| 5        | Dik Köşe Bağlantı Parçası          | 2      |
| 6        | Köşe Bağlantı Parçası              | 1      |
| 7        | Alüminyum C Profil (45° Kesilmiş)  | 1      |
| 8        | Alüminyum C Profil (135° Kesilmiş) | 1      |

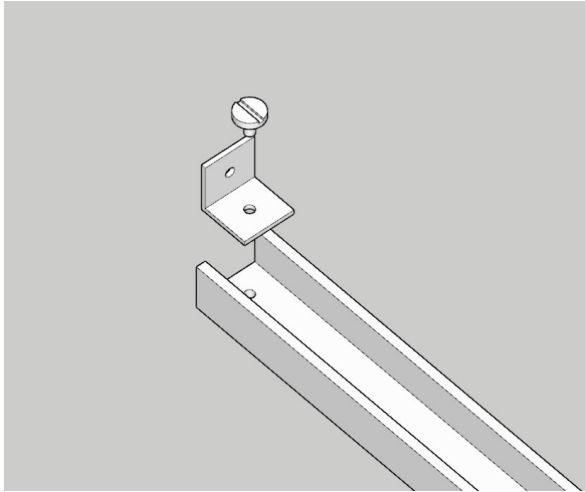
### Birleşim:



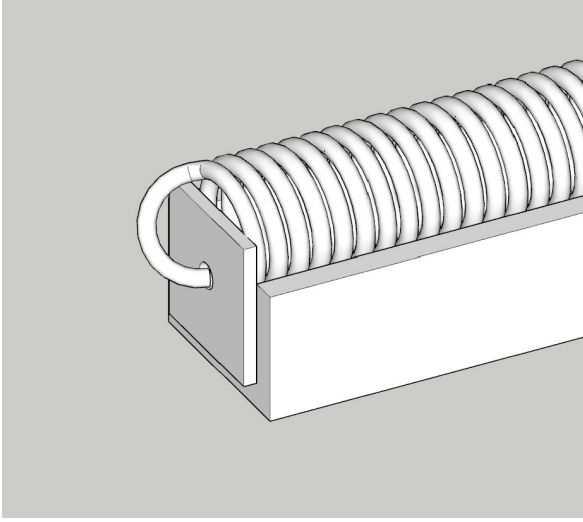
1. Alüminyum C Profiller 45° ve 135° derece kesik kenarlarından birleştirilerek “V” şeklindeki ray elde edilir.



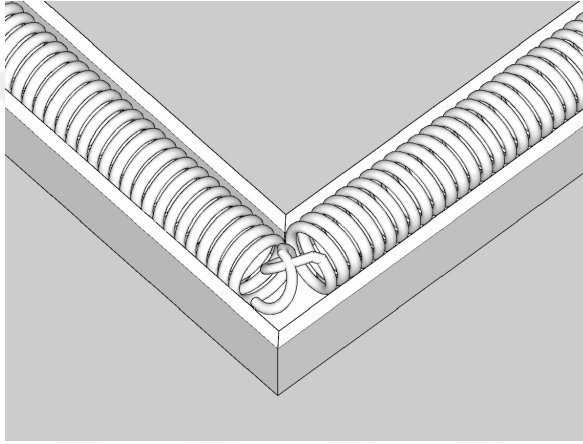
2. Profillerin birleştirilmesinde “Köşe Bağlantı Parçası” (6) ve iki adet Çelik Vida kullanılmıştır.



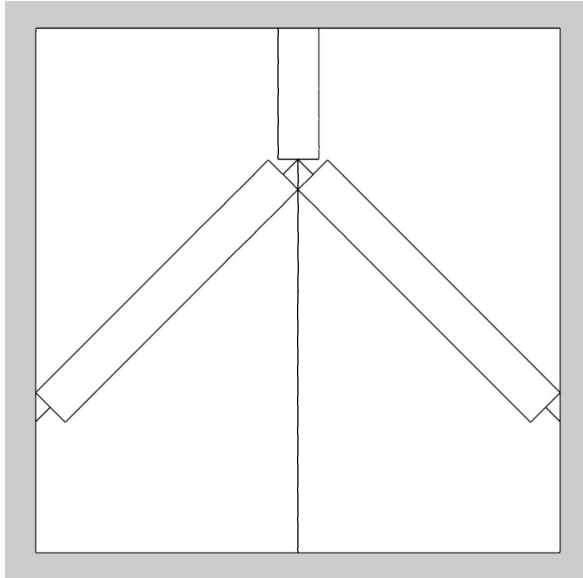
3. Oluşturulan V Şeklindeki rayın iki ucuna “Dik Köşe Bağlantı Parçası” (5) monte edilir. Bu parçanın montajinde kullanılan vidalar, cephe elemanının bina cephesine bağlanmasında da kullanılacağı için bir önceki aşamadaki vidalardan daha uzun olmalıdır.



4. Nitinol Yay (2), üretilen ray sisteminin iki ucuna yaylarda bulunan kancalar kullanılarak monte edilir. Bu aşamada, Dik Köşe Bağlantı Parçası üzerindeki delik kullanılmıştır.

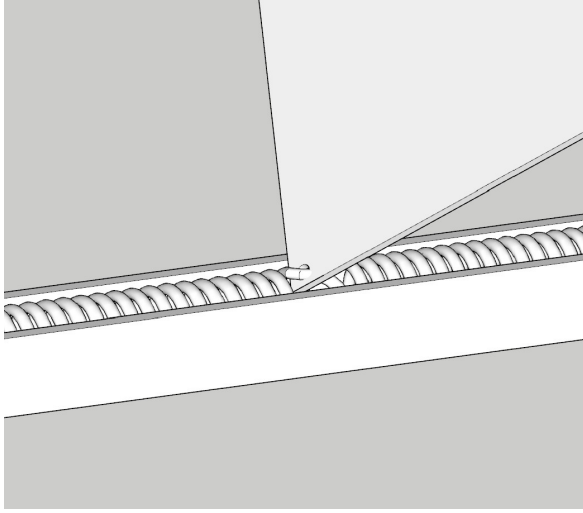


5. 2 adet Çelik Yay (3), birer uçlarındaki kanca Nitinol yayların kancalarına, diğer uçlarındaki kanca ise birbirlerine bağlanarak raya monte edilir.



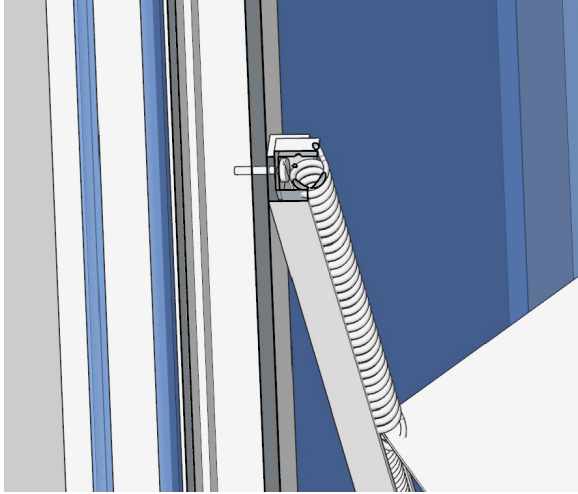
6. 4 adet birbirine eş şekle sahip Alüminyum Plaka (1), oluşturulacak yüzeyin yapması istenen harekete izin verecek şekilde birleştirilir. Birleştirme aşamasında menteşe görevi yapabilecek farklı alternatifler mevcut olmakla birlikte, prototipte esnemeyen ve dayanıklı bir kumaş tercih edilmiştir.

- Üretilen yüzeyin üst iki köşesinde yaylarda bulunan kancaların geçebileceği boyutta delik açılır.

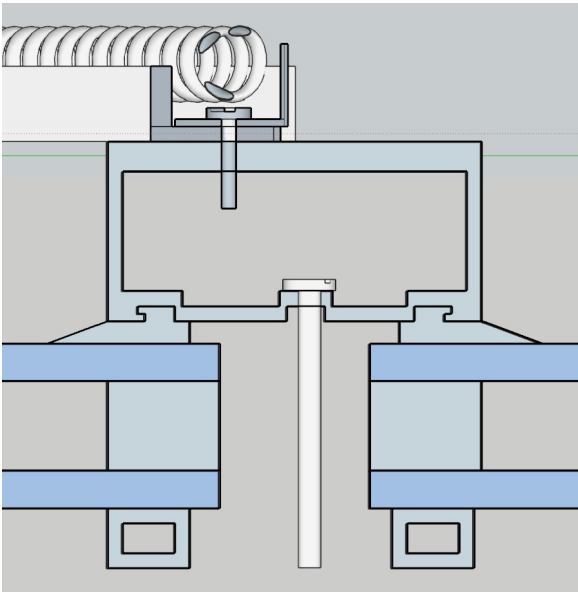


**Cephe Birleşimi**

7. Oluşturulan yüzey Nitinol ve Çelik yayların birbirlerine bağlandığı kancaları kullanarak, bir önceki aşamada bahsedilen üst iki köşesinden ray sistemine bağlanır.



Cephe elemanının uygulanması öngörülen giydirme cephe profillerine bağlantısı 3. Ademde bahsedilmiş olan 2 adet vida ile yapılmaktadır.



**EK-2. 31.08.2023 - 04.09.2023 TARİHLİ DENEY SICAKLIK KAYITLARI**

|                        | Dış  | DeneY Birimi | Kontrol Birimi | DeneY Birimi - Dış | Kontrol Birimi - Dış |
|------------------------|------|--------------|----------------|--------------------|----------------------|
| 31.08.2023<br>19:30:00 | 28.0 | 27.9         | 28.5           | -0.1               | 0.5                  |
| 31.08.2023<br>19:32:00 | 28.0 | 27.8         | 28.5           | -0.2               | 0.5                  |
| 31.08.2023<br>19:34:00 | 28.0 | 27.8         | 28.4           | -0.2               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:36:00 | 28.0 | 27.8         | 28.4           | -0.2               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:38:00 | 27.9 | 27.8         | 28.4           | -0.1               | 0.5                  |
| 31.08.2023<br>19:40:00 | 27.9 | 27.8         | 28.4           | -0.1               | 0.5                  |
| 31.08.2023<br>19:42:00 | 27.9 | 27.8         | 28.3           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:44:00 | 27.9 | 27.7         | 28.3           | -0.2               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:46:00 | 27.9 | 27.7         | 28.3           | -0.2               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:48:00 | 27.8 | 27.7         | 28.3           | -0.1               | 0.5                  |
| 31.08.2023<br>19:50:00 | 27.8 | 27.7         | 28.2           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:52:00 | 27.8 | 27.7         | 28.2           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:54:00 | 27.8 | 27.7         | 28.2           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:56:00 | 27.8 | 27.6         | 28.2           | -0.2               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>19:58:00 | 27.8 | 27.6         | 28.1           | -0.2               | 0.3                  |
| 31.08.2023<br>20:00:00 | 27.7 | 27.6         | 28.1           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:02:00 | 27.7 | 27.6         | 28.1           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:04:00 | 27.7 | 27.6         | 28.1           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:06:00 | 27.7 | 27.6         | 28.1           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:08:00 | 27.7 | 27.6         | 28.1           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:10:00 | 27.7 | 27.5         | 28.0           | -0.2               | 0.3                  |
| 31.08.2023<br>20:12:00 | 27.6 | 27.5         | 28.0           | -0.1               | 0.4                  |
| 31.08.2023<br>20:14:00 | 27.6 | 27.5         | 28.0           | -0.1               | 0.4                  |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 31.08.2023<br>20:16:00 | 27.6 | 27.5 | 28.0 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:18:00 | 27.6 | 27.5 | 28.0 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:20:00 | 27.6 | 27.5 | 28.0 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:22:00 | 27.6 | 27.5 | 28.0 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:24:00 | 27.5 | 27.5 | 28.0 | 0    | 0.5 |
| 31.08.2023<br>20:26:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:28:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:30:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:32:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:34:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:36:00 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:38:00 | 27.4 | 27.4 | 27.9 | 0    | 0.5 |
| 31.08.2023<br>20:40:00 | 27.4 | 27.4 | 27.8 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:42:00 | 27.4 | 27.4 | 27.8 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:44:00 | 27.4 | 27.3 | 27.8 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:46:00 | 27.4 | 27.3 | 27.8 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:48:00 | 27.4 | 27.3 | 27.8 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:50:00 | 27.4 | 27.3 | 27.8 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:52:00 | 27.4 | 27.3 | 27.8 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:54:00 | 27.3 | 27.3 | 27.7 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:56:00 | 27.3 | 27.3 | 27.7 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>20:58:00 | 27.3 | 27.3 | 27.7 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:00:00 | 27.3 | 27.3 | 27.7 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:02:00 | 27.3 | 27.3 | 27.7 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:04:00 | 27.3 | 27.2 | 27.7 | -0.1 | 0.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 31.08.2023<br>21:06:00 | 27.3 | 27.2 | 27.7 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:08:00 | 27.3 | 27.2 | 27.7 | -0.1 | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:10:00 | 27.3 | 27.2 | 27.6 | -0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:12:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:14:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:16:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:18:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:20:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:22:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:24:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:26:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 31.08.2023<br>21:28:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:30:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:32:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:34:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:36:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:38:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:40:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:42:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:44:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:46:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>21:48:00 | 27.2 | 27.2 | 27.4 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>21:50:00 | 27.2 | 27.2 | 27.4 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>21:52:00 | 27.2 | 27.2 | 27.4 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>21:54:00 | 27.2 | 27.1 | 27.4 | -0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 31.08.2023<br>21:56:00 | 27.2 | 27.1 | 27.4 | -0.1 | 0.2 |
| 31.08.2023<br>21:58:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:00:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:02:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:04:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:06:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:08:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:10:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:12:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:14:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:16:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:18:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:20:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:22:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:24:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:26:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:28:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:30:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:32:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:34:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:36:00 | 27.1 | 27.1 | 27.3 | 0    | 0.2 |
| 31.08.2023<br>22:38:00 | 27.0 | 27.1 | 27.3 | 0.1  | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:40:00 | 27.0 | 27.1 | 27.3 | 0.1  | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:42:00 | 27.0 | 27.1 | 27.3 | 0.1  | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:44:00 | 27.0 | 27.1 | 27.3 | 0.1  | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 31.08.2023<br>22:46:00 | 27.0 | 27.1 | 27.3 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:48:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:50:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:52:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:54:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:56:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>22:58:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:00:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:02:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:04:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:06:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:08:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:10:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:12:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:14:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:16:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:18:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:20:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:22:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:24:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:26:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:28:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0   | 0.2 |
| 31.08.2023<br>23:30:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:32:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:34:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 31.08.2023<br>23:36:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:38:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:40:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:42:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:44:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:46:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:48:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:50:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:52:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:54:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:56:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 31.08.2023<br>23:58:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:00:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:02:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:04:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:06:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:08:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:10:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:12:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:14:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:16:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:18:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:20:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:22:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:24:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>00:26:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:28:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:30:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:32:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:34:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:36:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:38:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:40:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:42:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:44:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:46:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>00:48:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>00:50:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>00:52:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>00:54:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>00:56:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>00:58:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:00:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:02:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:04:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:06:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:08:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:10:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:12:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:14:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>01:16:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:18:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:20:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:22:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:24:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:26:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:28:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:30:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:32:00 | 26.8 | 26.9 | 27.1 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:34:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:36:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:38:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:40:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:42:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:44:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:46:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:48:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:50:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:52:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:54:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:56:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>01:58:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:00:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:02:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:04:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>02:06:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:08:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:10:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:12:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:14:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:16:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:18:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:20:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:22:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:24:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:26:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:28:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:30:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:32:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:34:00 | 26.7 | 26.8 | 27.0 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:36:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:38:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:40:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:42:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:44:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:46:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:48:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:50:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:52:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>02:54:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>02:56:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>02:58:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:00:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:02:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:04:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:06:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:08:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:10:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:12:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:14:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:16:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:18:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:20:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:22:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:24:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>03:26:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>03:28:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>03:30:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:32:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:34:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:36:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:38:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:40:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:42:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:44:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>03:46:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:48:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:50:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:52:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:54:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:56:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>03:58:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:00:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:02:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:04:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:06:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:08:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:10:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:12:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:14:00 | 26.5 | 26.6 | 26.7 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:16:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:18:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:20:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:22:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:24:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:26:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:28:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:30:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:32:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:34:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>04:36:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:38:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:40:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:42:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:44:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:46:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:48:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:50:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:52:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>04:54:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:56:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>04:58:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:00:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:02:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:04:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:06:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:08:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:10:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:12:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>05:14:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:16:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:18:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:20:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:22:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:24:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>05:26:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:28:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:30:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:32:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:34:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:36:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:38:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:40:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:42:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:44:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:46:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:48:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:50:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:52:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:54:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:56:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>05:58:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:00:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:02:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:04:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>06:06:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:08:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>06:10:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>06:12:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>06:14:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>06:16:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>06:18:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:20:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:22:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:24:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:26:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:28:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:30:00 | 26.3 | 26.5 | 26.5 | 0.2 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:32:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:34:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:36:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:38:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:40:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:42:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:44:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:46:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:48:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:50:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:52:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:54:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:56:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>06:58:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>07:00:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:02:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:04:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>07:06:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:08:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:10:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:12:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:14:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:16:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:18:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:20:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>07:22:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>07:24:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>07:26:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:28:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:30:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:32:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:34:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:36:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:38:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:40:00 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:42:00 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:44:00 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:46:00 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:48:00 | 26.4 | 26.5 | 26.8 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:50:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>07:52:00 | 26.4 | 26.5 | 26.9 | 0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>07:54:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0   | 0.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>07:56:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>07:58:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>08:00:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>08:02:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>08:04:00 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:06:00 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:08:00 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:10:00 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:12:00 | 26.5 | 26.5 | 27.0 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:14:00 | 26.5 | 26.5 | 27.1 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:16:00 | 26.5 | 26.5 | 27.1 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:18:00 | 26.5 | 26.5 | 27.1 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:20:00 | 26.5 | 26.6 | 27.1 | 0.1  | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:22:00 | 26.5 | 26.6 | 27.1 | 0.1  | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:24:00 | 26.5 | 26.6 | 27.2 | 0.1  | 0.7 |
| 01.09.2023<br>08:26:00 | 26.5 | 26.6 | 27.2 | 0.1  | 0.7 |
| 01.09.2023<br>08:28:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:30:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:32:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:34:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:36:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:38:00 | 26.6 | 26.6 | 27.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:40:00 | 26.7 | 26.6 | 27.2 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>08:42:00 | 26.7 | 26.7 | 27.3 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:44:00 | 26.7 | 26.7 | 27.3 | 0    | 0.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>08:46:00 | 26.7 | 26.7 | 27.3 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:48:00 | 26.7 | 26.7 | 27.3 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:50:00 | 26.7 | 26.7 | 27.4 | 0    | 0.7 |
| 01.09.2023<br>08:52:00 | 26.7 | 26.7 | 27.4 | 0    | 0.7 |
| 01.09.2023<br>08:54:00 | 26.8 | 26.7 | 27.4 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>08:56:00 | 26.8 | 26.7 | 27.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>08:58:00 | 26.8 | 26.7 | 27.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:00:00 | 26.8 | 26.7 | 27.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:02:00 | 26.8 | 26.7 | 27.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:04:00 | 26.8 | 26.7 | 27.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:06:00 | 26.8 | 26.8 | 27.5 | 0    | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:08:00 | 26.9 | 26.8 | 27.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:10:00 | 26.9 | 26.8 | 27.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:12:00 | 26.9 | 26.8 | 27.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:14:00 | 26.9 | 26.8 | 27.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>09:16:00 | 26.9 | 26.8 | 27.7 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:18:00 | 26.9 | 26.8 | 27.7 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:20:00 | 26.9 | 26.8 | 27.7 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:22:00 | 27.0 | 26.8 | 27.8 | -0.2 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:24:00 | 27.0 | 26.9 | 27.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:26:00 | 27.0 | 26.9 | 27.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:28:00 | 27.0 | 26.9 | 27.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:30:00 | 27.0 | 26.9 | 27.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:32:00 | 27.0 | 26.9 | 27.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:34:00 | 27.0 | 26.9 | 27.9 | -0.1 | 0.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>09:36:00 | 27.0 | 26.9 | 27.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:38:00 | 27.0 | 26.9 | 27.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:40:00 | 27.0 | 26.9 | 27.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:42:00 | 27.0 | 26.9 | 28.0 | -0.1 | 1   |
| 01.09.2023<br>09:44:00 | 27.1 | 26.9 | 28.0 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:46:00 | 27.1 | 26.9 | 28.0 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:48:00 | 27.1 | 26.9 | 28.0 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:50:00 | 27.1 | 26.9 | 28.0 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:52:00 | 27.1 | 27.0 | 28.0 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:54:00 | 27.2 | 27.0 | 28.0 | -0.2 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>09:56:00 | 27.2 | 27.0 | 28.1 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>09:58:00 | 27.2 | 27.0 | 28.1 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>10:00:00 | 27.2 | 27.0 | 28.1 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>10:02:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 01.09.2023<br>10:04:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 01.09.2023<br>10:06:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 01.09.2023<br>10:08:00 | 27.2 | 27.0 | 28.3 | -0.2 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:10:00 | 27.2 | 27.0 | 28.3 | -0.2 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:12:00 | 27.3 | 27.1 | 28.3 | -0.2 | 1   |
| 01.09.2023<br>10:14:00 | 27.3 | 27.1 | 28.4 | -0.2 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:16:00 | 27.3 | 27.1 | 28.4 | -0.2 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:18:00 | 27.3 | 27.1 | 28.4 | -0.2 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:20:00 | 27.3 | 27.1 | 28.5 | -0.2 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:22:00 | 27.4 | 27.1 | 28.5 | -0.3 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>10:24:00 | 27.4 | 27.2 | 28.5 | -0.2 | 1.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>10:26:00 | 27.4 | 27.2 | 28.6 | -0.2 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:28:00 | 27.4 | 27.2 | 28.6 | -0.2 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:30:00 | 27.5 | 27.2 | 28.7 | -0.3 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:32:00 | 27.5 | 27.2 | 28.7 | -0.3 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:34:00 | 27.5 | 27.2 | 28.7 | -0.3 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:36:00 | 27.5 | 27.2 | 28.8 | -0.3 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:38:00 | 27.5 | 27.2 | 28.8 | -0.3 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:40:00 | 27.6 | 27.2 | 28.8 | -0.4 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:42:00 | 27.6 | 27.2 | 28.9 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:44:00 | 27.6 | 27.2 | 28.9 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:46:00 | 27.6 | 27.3 | 28.9 | -0.3 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:48:00 | 27.6 | 27.3 | 28.9 | -0.3 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:50:00 | 27.6 | 27.3 | 28.9 | -0.3 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:52:00 | 27.7 | 27.3 | 28.9 | -0.4 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:54:00 | 27.7 | 27.3 | 28.9 | -0.4 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>10:56:00 | 27.7 | 27.3 | 29.0 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>10:58:00 | 27.7 | 27.3 | 29.0 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>11:00:00 | 27.8 | 27.4 | 29.1 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>11:02:00 | 27.8 | 27.4 | 29.1 | -0.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>11:04:00 | 27.8 | 27.4 | 29.2 | -0.4 | 1.4 |
| 01.09.2023<br>11:06:00 | 27.9 | 27.4 | 29.2 | -0.5 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>11:08:00 | 27.9 | 27.4 | 29.3 | -0.5 | 1.4 |
| 01.09.2023<br>11:10:00 | 27.9 | 27.4 | 29.3 | -0.5 | 1.4 |
| 01.09.2023<br>11:12:00 | 27.9 | 27.5 | 29.3 | -0.4 | 1.4 |
| 01.09.2023<br>11:14:00 | 27.9 | 27.5 | 29.4 | -0.4 | 1.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>11:16:00 | 27.9 | 27.5 | 29.4 | -0.4 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>11:18:00 | 27.9 | 27.5 | 29.4 | -0.4 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>11:20:00 | 28.0 | 27.5 | 29.5 | -0.5 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>11:22:00 | 28.0 | 27.6 | 29.5 | -0.4 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>11:24:00 | 28.1 | 27.7 | 29.8 | -0.4 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>11:26:00 | 28.2 | 27.7 | 29.9 | -0.5 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>11:28:00 | 28.3 | 27.8 | 30.1 | -0.5 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>11:30:00 | 28.4 | 27.8 | 30.3 | -0.6 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>11:32:00 | 28.5 | 27.9 | 30.5 | -0.6 | 2   |
| 01.09.2023<br>11:34:00 | 28.7 | 27.9 | 30.6 | -0.8 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>11:36:00 | 29.2 | 28.0 | 30.8 | -1.2 | 1.6 |
| 01.09.2023<br>11:38:00 | 29.7 | 28.0 | 30.9 | -1.7 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>11:40:00 | 30.2 | 28.0 | 31.1 | -2.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>11:42:00 | 30.0 | 28.1 | 31.3 | -1.9 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>11:44:00 | 29.8 | 28.1 | 31.3 | -1.7 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>11:46:00 | 29.3 | 28.2 | 31.4 | -1.1 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>11:48:00 | 31.0 | 28.2 | 31.6 | -2.8 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>11:50:00 | 31.6 | 28.3 | 31.9 | -3.3 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>11:52:00 | 31.5 | 28.4 | 32.0 | -3.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>11:54:00 | 31.4 | 28.5 | 32.2 | -2.9 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>11:56:00 | 31.8 | 28.5 | 32.3 | -3.3 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>11:58:00 | 31.7 | 28.6 | 32.4 | -3.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>12:00:00 | 31.5 | 28.6 | 32.4 | -2.9 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>12:02:00 | 31.5 | 28.7 | 32.4 | -2.8 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>12:04:00 | 31.3 | 28.7 | 32.4 | -2.6 | 1.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>12:06:00 | 31.1 | 28.7 | 32.4 | -2.4 | 1.3 |
| 01.09.2023<br>12:08:00 | 30.8 | 28.7 | 32.3 | -2.1 | 1.5 |
| 01.09.2023<br>12:10:00 | 30.6 | 28.7 | 32.3 | -1.9 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>12:12:00 | 30.6 | 28.7 | 32.2 | -1.9 | 1.6 |
| 01.09.2023<br>12:14:00 | 30.7 | 28.7 | 32.3 | -2   | 1.6 |
| 01.09.2023<br>12:16:00 | 30.6 | 28.8 | 32.3 | -1.8 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>12:18:00 | 30.6 | 28.8 | 32.3 | -1.8 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>12:20:00 | 30.6 | 28.9 | 32.4 | -1.7 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>12:22:00 | 30.6 | 28.9 | 32.5 | -1.7 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>12:24:00 | 30.6 | 28.9 | 32.5 | -1.7 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>12:26:00 | 30.5 | 28.9 | 32.6 | -1.6 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>12:28:00 | 30.5 | 28.9 | 32.7 | -1.6 | 2.2 |
| 01.09.2023<br>12:30:00 | 30.5 | 28.9 | 32.8 | -1.6 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>12:32:00 | 30.4 | 29.0 | 32.9 | -1.4 | 2.5 |
| 01.09.2023<br>12:34:00 | 30.4 | 29.0 | 33.0 | -1.4 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>12:36:00 | 30.4 | 29.0 | 33.0 | -1.4 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>12:38:00 | 30.4 | 29.1 | 33.1 | -1.3 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>12:40:00 | 30.4 | 29.1 | 33.2 | -1.3 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>12:42:00 | 30.4 | 29.2 | 33.2 | -1.2 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>12:44:00 | 30.4 | 29.2 | 33.3 | -1.2 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>12:46:00 | 30.4 | 29.2 | 33.3 | -1.2 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>12:48:00 | 30.4 | 29.3 | 33.3 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>12:50:00 | 30.4 | 29.3 | 33.3 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>12:52:00 | 30.4 | 29.4 | 33.4 | -1   | 3   |
| 01.09.2023<br>12:54:00 | 30.5 | 29.4 | 33.4 | -1.1 | 2.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>12:56:00 | 30.5 | 29.4 | 33.4 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>12:58:00 | 30.5 | 29.5 | 33.5 | -1   | 3   |
| 01.09.2023<br>13:00:00 | 30.6 | 29.5 | 33.5 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:02:00 | 30.6 | 29.5 | 33.5 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:04:00 | 30.6 | 29.6 | 33.5 | -1   | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:06:00 | 30.7 | 29.6 | 33.6 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:08:00 | 30.7 | 29.6 | 33.6 | -1.1 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:10:00 | 30.7 | 29.7 | 33.6 | -1   | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:12:00 | 30.7 | 29.7 | 33.6 | -1   | 2.9 |
| 01.09.2023<br>13:14:00 | 30.8 | 29.7 | 33.6 | -1.1 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>13:16:00 | 30.8 | 29.7 | 33.6 | -1.1 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>13:18:00 | 30.8 | 29.8 | 33.6 | -1   | 2.8 |
| 01.09.2023<br>13:20:00 | 30.9 | 29.8 | 33.6 | -1.1 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>13:22:00 | 30.9 | 29.8 | 33.6 | -1.1 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>13:24:00 | 30.9 | 29.8 | 33.6 | -1.1 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>13:26:00 | 30.9 | 29.8 | 33.6 | -1.1 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>13:28:00 | 30.9 | 29.8 | 33.6 | -1.1 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>13:30:00 | 30.9 | 29.8 | 33.5 | -1.1 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>13:32:00 | 30.9 | 29.8 | 33.5 | -1.1 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>13:34:00 | 30.9 | 29.8 | 33.5 | -1.1 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>13:36:00 | 30.9 | 29.8 | 33.5 | -1.1 | 2.6 |
| 01.09.2023<br>13:38:00 | 31.0 | 29.8 | 33.4 | -1.2 | 2.4 |
| 01.09.2023<br>13:40:00 | 30.9 | 29.8 | 33.4 | -1.1 | 2.5 |
| 01.09.2023<br>13:42:00 | 30.9 | 29.8 | 33.4 | -1.1 | 2.5 |
| 01.09.2023<br>13:44:00 | 30.9 | 29.8 | 33.4 | -1.1 | 2.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>13:46:00 | 30.9 | 29.8 | 33.3 | -1.1 | 2.4 |
| 01.09.2023<br>13:48:00 | 30.9 | 29.8 | 33.3 | -1.1 | 2.4 |
| 01.09.2023<br>13:50:00 | 30.9 | 29.8 | 33.2 | -1.1 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>13:52:00 | 30.9 | 29.8 | 33.2 | -1.1 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>13:54:00 | 30.9 | 29.8 | 33.2 | -1.1 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>13:56:00 | 30.9 | 29.8 | 33.1 | -1.1 | 2.2 |
| 01.09.2023<br>13:58:00 | 30.9 | 29.8 | 33.1 | -1.1 | 2.2 |
| 01.09.2023<br>14:00:00 | 30.9 | 29.8 | 33.1 | -1.1 | 2.2 |
| 01.09.2023<br>14:02:00 | 30.9 | 29.8 | 33.1 | -1.1 | 2.2 |
| 01.09.2023<br>14:04:00 | 30.9 | 29.8 | 33.0 | -1.1 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>14:06:00 | 30.9 | 29.8 | 33.0 | -1.1 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>14:08:00 | 30.9 | 29.8 | 33.0 | -1.1 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>14:10:00 | 30.9 | 29.8 | 32.9 | -1.1 | 2   |
| 01.09.2023<br>14:12:00 | 30.8 | 29.8 | 32.9 | -1   | 2.1 |
| 01.09.2023<br>14:14:00 | 30.8 | 29.8 | 32.9 | -1   | 2.1 |
| 01.09.2023<br>14:16:00 | 30.8 | 29.8 | 32.8 | -1   | 2   |
| 01.09.2023<br>14:18:00 | 30.8 | 29.8 | 32.8 | -1   | 2   |
| 01.09.2023<br>14:20:00 | 30.7 | 29.8 | 32.7 | -0.9 | 2   |
| 01.09.2023<br>14:22:00 | 30.7 | 29.8 | 32.7 | -0.9 | 2   |
| 01.09.2023<br>14:24:00 | 30.7 | 29.7 | 32.6 | -1   | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:26:00 | 30.6 | 29.7 | 32.6 | -0.9 | 2   |
| 01.09.2023<br>14:28:00 | 30.6 | 29.7 | 32.5 | -0.9 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:30:00 | 30.6 | 29.7 | 32.5 | -0.9 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:32:00 | 30.6 | 29.7 | 32.5 | -0.9 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:34:00 | 30.5 | 29.7 | 32.4 | -0.8 | 1.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>14:36:00 | 30.5 | 29.6 | 32.4 | -0.9 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:38:00 | 30.5 | 29.6 | 32.3 | -0.9 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>14:40:00 | 30.4 | 29.6 | 32.3 | -0.8 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:42:00 | 30.4 | 29.6 | 32.3 | -0.8 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:44:00 | 30.3 | 29.5 | 32.2 | -0.8 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:46:00 | 30.3 | 29.5 | 32.2 | -0.8 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:48:00 | 30.3 | 29.5 | 32.1 | -0.8 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>14:50:00 | 30.2 | 29.5 | 32.1 | -0.7 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:52:00 | 30.2 | 29.5 | 32.1 | -0.7 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>14:54:00 | 30.2 | 29.5 | 32.0 | -0.7 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>14:56:00 | 30.2 | 29.5 | 32.0 | -0.7 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>14:58:00 | 30.1 | 29.5 | 32.0 | -0.6 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>15:00:00 | 30.1 | 29.5 | 32.0 | -0.6 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>15:02:00 | 30.1 | 29.5 | 32.1 | -0.6 | 2   |
| 01.09.2023<br>15:04:00 | 30.1 | 29.5 | 32.2 | -0.6 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>15:06:00 | 30.1 | 29.5 | 32.2 | -0.6 | 2.1 |
| 01.09.2023<br>15:08:00 | 30.0 | 29.5 | 32.3 | -0.5 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>15:10:00 | 30.0 | 29.5 | 32.3 | -0.5 | 2.3 |
| 01.09.2023<br>15:12:00 | 30.0 | 29.5 | 32.5 | -0.5 | 2.5 |
| 01.09.2023<br>15:14:00 | 30.0 | 29.5 | 32.8 | -0.5 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>15:16:00 | 30.0 | 29.5 | 33.0 | -0.5 | 3   |
| 01.09.2023<br>15:18:00 | 29.9 | 29.5 | 33.3 | -0.4 | 3.4 |
| 01.09.2023<br>15:20:00 | 29.9 | 29.5 | 33.4 | -0.4 | 3.5 |
| 01.09.2023<br>15:22:00 | 29.9 | 29.5 | 33.4 | -0.4 | 3.5 |
| 01.09.2023<br>15:24:00 | 29.8 | 29.5 | 33.3 | -0.3 | 3.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>15:26:00 | 29.8 | 29.5 | 33.2 | -0.3 | 3.4 |
| 01.09.2023<br>15:28:00 | 29.8 | 29.5 | 33.0 | -0.3 | 3.2 |
| 01.09.2023<br>15:30:00 | 29.8 | 29.5 | 32.8 | -0.3 | 3   |
| 01.09.2023<br>15:32:00 | 29.8 | 29.4 | 32.7 | -0.4 | 2.9 |
| 01.09.2023<br>15:34:00 | 29.8 | 29.4 | 32.5 | -0.4 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:36:00 | 29.7 | 29.4 | 32.4 | -0.3 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:38:00 | 29.7 | 29.4 | 32.4 | -0.3 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:40:00 | 29.7 | 29.4 | 32.4 | -0.3 | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:42:00 | 29.7 | 29.6 | 32.5 | -0.1 | 2.8 |
| 01.09.2023<br>15:44:00 | 29.7 | 29.7 | 32.5 | 0    | 2.8 |
| 01.09.2023<br>15:46:00 | 29.7 | 29.7 | 32.5 | 0    | 2.8 |
| 01.09.2023<br>15:48:00 | 29.7 | 29.8 | 32.4 | 0.1  | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:50:00 | 29.6 | 29.9 | 32.5 | 0.3  | 2.9 |
| 01.09.2023<br>15:52:00 | 29.6 | 30.1 | 32.4 | 0.5  | 2.8 |
| 01.09.2023<br>15:54:00 | 29.6 | 30.1 | 32.3 | 0.5  | 2.7 |
| 01.09.2023<br>15:56:00 | 29.6 | 30.0 | 32.2 | 0.4  | 2.6 |
| 01.09.2023<br>15:58:00 | 29.5 | 29.9 | 32.1 | 0.4  | 2.6 |
| 01.09.2023<br>16:00:00 | 29.5 | 29.8 | 32.0 | 0.3  | 2.5 |
| 01.09.2023<br>16:02:00 | 29.5 | 29.8 | 31.8 | 0.3  | 2.3 |
| 01.09.2023<br>16:04:00 | 29.4 | 29.7 | 31.7 | 0.3  | 2.3 |
| 01.09.2023<br>16:06:00 | 29.4 | 29.6 | 31.6 | 0.2  | 2.2 |
| 01.09.2023<br>16:08:00 | 29.4 | 29.6 | 31.5 | 0.2  | 2.1 |
| 01.09.2023<br>16:10:00 | 29.4 | 29.5 | 31.4 | 0.1  | 2   |
| 01.09.2023<br>16:12:00 | 29.3 | 29.4 | 31.3 | 0.1  | 2   |
| 01.09.2023<br>16:14:00 | 29.3 | 29.4 | 31.3 | 0.1  | 2   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>16:16:00 | 29.3 | 29.3 | 31.2 | 0    | 1.9 |
| 01.09.2023<br>16:18:00 | 29.2 | 29.2 | 31.1 | 0    | 1.9 |
| 01.09.2023<br>16:20:00 | 29.2 | 29.2 | 31.0 | 0    | 1.8 |
| 01.09.2023<br>16:22:00 | 29.2 | 29.1 | 30.9 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:24:00 | 29.2 | 29.1 | 30.9 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:26:00 | 29.2 | 29.1 | 30.9 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:28:00 | 29.1 | 29.0 | 30.9 | -0.1 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>16:30:00 | 29.1 | 29.0 | 30.8 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:32:00 | 29.1 | 29.0 | 30.8 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:34:00 | 29.1 | 29.0 | 30.7 | -0.1 | 1.6 |
| 01.09.2023<br>16:36:00 | 29.1 | 28.9 | 30.7 | -0.2 | 1.6 |
| 01.09.2023<br>16:38:00 | 29.0 | 28.9 | 30.7 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:40:00 | 29.0 | 28.9 | 30.7 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:42:00 | 29.0 | 28.9 | 30.7 | -0.1 | 1.7 |
| 01.09.2023<br>16:44:00 | 29.0 | 28.9 | 30.8 | -0.1 | 1.8 |
| 01.09.2023<br>16:46:00 | 29.0 | 28.9 | 30.9 | -0.1 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>16:48:00 | 29.0 | 28.9 | 30.9 | -0.1 | 1.9 |
| 01.09.2023<br>16:50:00 | 29.0 | 28.9 | 31.0 | -0.1 | 2   |
| 01.09.2023<br>16:52:00 | 29.0 | 28.9 | 31.0 | -0.1 | 2   |
| 01.09.2023<br>16:54:00 | 28.9 | 28.9 | 30.9 | 0    | 2   |
| 01.09.2023<br>16:56:00 | 28.9 | 28.9 | 31.0 | 0    | 2.1 |
| 01.09.2023<br>16:58:00 | 28.9 | 28.9 | 31.0 | 0    | 2.1 |
| 01.09.2023<br>17:00:00 | 28.9 | 28.9 | 30.9 | 0    | 2   |
| 01.09.2023<br>17:02:00 | 28.9 | 28.9 | 30.9 | 0    | 2   |
| 01.09.2023<br>17:04:00 | 28.8 | 28.9 | 30.9 | 0.1  | 2.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>17:06:00 | 28.8 | 28.9 | 30.8 | 0.1  | 2   |
| 01.09.2023<br>17:08:00 | 28.8 | 28.9 | 30.7 | 0.1  | 1.9 |
| 01.09.2023<br>17:10:00 | 28.8 | 28.9 | 30.7 | 0.1  | 1.9 |
| 01.09.2023<br>17:12:00 | 28.8 | 28.9 | 30.6 | 0.1  | 1.8 |
| 01.09.2023<br>17:14:00 | 28.7 | 28.8 | 30.5 | 0.1  | 1.8 |
| 01.09.2023<br>17:16:00 | 28.7 | 28.8 | 30.4 | 0.1  | 1.7 |
| 01.09.2023<br>17:18:00 | 28.7 | 28.8 | 30.4 | 0.1  | 1.7 |
| 01.09.2023<br>17:20:00 | 28.7 | 28.7 | 30.3 | 0    | 1.6 |
| 01.09.2023<br>17:22:00 | 28.6 | 28.7 | 30.2 | 0.1  | 1.6 |
| 01.09.2023<br>17:24:00 | 28.6 | 28.6 | 30.1 | 0    | 1.5 |
| 01.09.2023<br>17:26:00 | 28.6 | 28.6 | 30.1 | 0    | 1.5 |
| 01.09.2023<br>17:28:00 | 28.5 | 28.6 | 30.0 | 0.1  | 1.5 |
| 01.09.2023<br>17:30:00 | 28.5 | 28.5 | 29.9 | 0    | 1.4 |
| 01.09.2023<br>17:32:00 | 28.5 | 28.5 | 29.9 | 0    | 1.4 |
| 01.09.2023<br>17:34:00 | 28.4 | 28.5 | 29.8 | 0.1  | 1.4 |
| 01.09.2023<br>17:36:00 | 28.4 | 28.4 | 29.8 | 0    | 1.4 |
| 01.09.2023<br>17:38:00 | 28.4 | 28.4 | 29.8 | 0    | 1.4 |
| 01.09.2023<br>17:40:00 | 28.4 | 28.4 | 29.7 | 0    | 1.3 |
| 01.09.2023<br>17:42:00 | 28.4 | 28.3 | 29.6 | -0.1 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>17:44:00 | 28.3 | 28.3 | 29.6 | 0    | 1.3 |
| 01.09.2023<br>17:46:00 | 28.3 | 28.3 | 29.5 | 0    | 1.2 |
| 01.09.2023<br>17:48:00 | 28.3 | 28.2 | 29.5 | -0.1 | 1.2 |
| 01.09.2023<br>17:50:00 | 28.3 | 28.2 | 29.4 | -0.1 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>17:52:00 | 28.3 | 28.2 | 29.4 | -0.1 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>17:54:00 | 28.3 | 28.2 | 29.3 | -0.1 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>17:56:00 | 28.2 | 28.1 | 29.3 | -0.1 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>17:58:00 | 28.2 | 28.1 | 29.3 | -0.1 | 1.1 |
| 01.09.2023<br>18:00:00 | 28.2 | 28.1 | 29.2 | -0.1 | 1   |
| 01.09.2023<br>18:02:00 | 28.2 | 28.1 | 29.2 | -0.1 | 1   |
| 01.09.2023<br>18:04:00 | 28.2 | 28.0 | 29.1 | -0.2 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:06:00 | 28.1 | 28.0 | 29.1 | -0.1 | 1   |
| 01.09.2023<br>18:08:00 | 28.1 | 28.0 | 29.1 | -0.1 | 1   |
| 01.09.2023<br>18:10:00 | 28.1 | 28.0 | 29.0 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:12:00 | 28.1 | 28.0 | 29.0 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:14:00 | 28.1 | 28.0 | 28.9 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:16:00 | 28.0 | 28.0 | 28.9 | 0    | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:18:00 | 28.0 | 28.0 | 28.9 | 0    | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:20:00 | 28.0 | 27.9 | 28.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:22:00 | 28.0 | 27.9 | 28.9 | -0.1 | 0.9 |
| 01.09.2023<br>18:24:00 | 28.0 | 27.9 | 28.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:26:00 | 28.0 | 27.9 | 28.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:28:00 | 28.0 | 27.9 | 28.8 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:30:00 | 27.9 | 27.9 | 28.7 | 0    | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:32:00 | 27.9 | 27.8 | 28.7 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:34:00 | 27.9 | 27.8 | 28.7 | -0.1 | 0.8 |
| 01.09.2023<br>18:36:00 | 27.9 | 27.8 | 28.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:38:00 | 27.9 | 27.8 | 28.6 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:40:00 | 27.8 | 27.8 | 28.5 | 0    | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:42:00 | 27.8 | 27.7 | 28.5 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:44:00 | 27.8 | 27.7 | 28.5 | -0.1 | 0.7 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>18:46:00 | 27.8 | 27.7 | 28.4 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>18:48:00 | 27.8 | 27.7 | 28.4 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>18:50:00 | 27.7 | 27.7 | 28.4 | 0    | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:52:00 | 27.7 | 27.6 | 28.4 | -0.1 | 0.7 |
| 01.09.2023<br>18:54:00 | 27.7 | 27.6 | 28.3 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>18:56:00 | 27.7 | 27.6 | 28.3 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>18:58:00 | 27.7 | 27.6 | 28.3 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:00:00 | 27.7 | 27.6 | 28.2 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:02:00 | 27.6 | 27.6 | 28.2 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:04:00 | 27.6 | 27.5 | 28.2 | -0.1 | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:06:00 | 27.6 | 27.5 | 28.1 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:08:00 | 27.6 | 27.5 | 28.1 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:10:00 | 27.5 | 27.5 | 28.1 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:12:00 | 27.5 | 27.5 | 28.1 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:14:00 | 27.5 | 27.4 | 28.0 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:16:00 | 27.5 | 27.4 | 28.0 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:18:00 | 27.5 | 27.4 | 28.0 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:20:00 | 27.5 | 27.4 | 28.0 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:22:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:24:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:26:00 | 27.4 | 27.3 | 27.9 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:28:00 | 27.4 | 27.3 | 27.9 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:30:00 | 27.4 | 27.3 | 27.9 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:32:00 | 27.3 | 27.3 | 27.9 | 0    | 0.6 |
| 01.09.2023<br>19:34:00 | 27.3 | 27.3 | 27.8 | 0    | 0.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 01.09.2023<br>19:36:00 | 27.3 | 27.3 | 27.8 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:38:00 | 27.3 | 27.2 | 27.8 | -0.1 | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:40:00 | 27.3 | 27.2 | 27.7 | -0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>19:42:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:44:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:46:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 01.09.2023<br>19:48:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>19:50:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>19:52:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>19:54:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>19:56:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>19:58:00 | 27.2 | 27.2 | 27.5 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:00:00 | 27.2 | 27.1 | 27.5 | -0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:02:00 | 27.1 | 27.1 | 27.5 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:04:00 | 27.1 | 27.1 | 27.5 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:06:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:08:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:10:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:12:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:14:00 | 27.0 | 27.0 | 27.4 | 0    | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:16:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:18:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:20:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:22:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:24:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>20:26:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:28:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:30:00 | 26.9 | 27.0 | 27.2 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:32:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:34:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:36:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:38:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:40:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:42:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:44:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:46:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:48:00 | 26.8 | 26.9 | 27.2 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:50:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:52:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:54:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 01.09.2023<br>20:56:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>20:58:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:00:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:02:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:04:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:06:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:08:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:10:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0   | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:12:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:14:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>21:16:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:18:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:20:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:22:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:24:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:26:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:28:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:30:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:32:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:34:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:36:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:38:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:40:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:42:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:44:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:46:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:48:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>21:50:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:52:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:54:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:56:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 01.09.2023<br>21:58:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:00:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:02:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:04:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>22:06:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:08:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:10:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:12:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:14:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:16:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:18:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:20:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:22:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:24:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:26:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:28:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:30:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:32:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:34:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:36:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:38:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:40:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:42:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:44:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:46:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:48:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:50:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:52:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>22:54:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>22:56:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>22:58:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:00:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:02:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:04:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:06:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:08:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:10:00 | 26.3 | 26.5 | 26.6 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:12:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:14:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:16:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:18:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:20:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:22:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:24:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:26:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:28:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:30:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:32:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:34:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:36:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:38:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:40:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:42:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 01.09.2023<br>23:44:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 01.09.2023<br>23:46:00 | 26.2 | 26.4 | 26.5 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:48:00 | 26.2 | 26.4 | 26.5 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:50:00 | 26.2 | 26.4 | 26.5 | 0.2 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:52:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:54:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:56:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 01.09.2023<br>23:58:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:00:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:02:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:04:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:06:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:08:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:10:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:12:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:14:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:16:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:18:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:20:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:22:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:24:00 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>00:26:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:28:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:30:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:32:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:34:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>00:36:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:38:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:40:00 | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:42:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:44:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:46:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:48:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:50:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:52:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:54:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:56:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>00:58:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:00:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>01:02:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:04:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>01:06:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>01:08:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>01:10:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>01:12:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:14:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:16:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:18:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:20:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:22:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:24:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>01:26:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:28:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:30:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:32:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:34:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:36:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:38:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:40:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:42:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:44:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:46:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:48:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:50:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:52:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:54:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:56:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>01:58:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:00:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:02:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:04:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:06:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:08:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:10:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:12:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:14:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>02:16:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:18:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:20:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:22:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:24:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:26:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:28:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:30:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:32:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:34:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:36:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:38:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:40:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>02:42:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:44:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:46:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:48:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:50:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:52:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:54:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:56:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>02:58:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:00:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:02:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:04:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>03:06:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:08:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:10:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:12:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:14:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:16:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:18:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:20:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:22:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:24:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:26:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:28:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:30:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:32:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:34:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:36:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:38:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:40:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:42:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:44:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:46:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:48:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:50:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:52:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>03:54:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>03:56:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>03:58:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:00:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:02:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:04:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:06:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:08:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:10:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:12:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:14:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:16:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:18:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:20:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:22:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:24:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:26:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:28:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:30:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:32:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:34:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:36:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:38:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:40:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:42:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:44:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>04:46:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>04:48:00 | 25.7 | 26.0 | 26.1 | 0.3 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>04:50:00 | 25.7 | 26.0 | 26.1 | 0.3 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>04:52:00 | 25.7 | 26.0 | 26.1 | 0.3 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>04:54:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>04:56:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>04:58:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:00:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:02:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:04:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:06:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:08:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:10:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:12:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:14:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:16:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:18:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:20:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>05:22:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:24:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:26:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:28:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:30:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:32:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:34:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>05:36:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:38:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:40:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:42:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:44:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:46:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:48:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:50:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:52:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:54:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:56:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>05:58:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:00:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:02:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:04:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:06:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:08:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:10:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:12:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:14:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:16:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:18:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:20:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:22:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:24:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>06:26:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:28:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:30:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:32:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:34:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:36:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:38:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:40:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:42:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:44:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:46:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:48:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:50:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:52:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:54:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:56:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>06:58:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:00:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:02:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:04:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:06:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:08:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:10:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:12:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:14:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>07:16:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:18:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:20:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:22:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:24:00 | 25.9 | 25.9 | 26.2 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>07:26:00 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:28:00 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:30:00 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:32:00 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:34:00 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:36:00 | 26.0 | 26.0 | 26.4 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:38:00 | 26.0 | 26.0 | 26.4 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:40:00 | 26.0 | 26.0 | 26.4 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:42:00 | 26.0 | 26.0 | 26.4 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:44:00 | 26.0 | 26.1 | 26.5 | 0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>07:46:00 | 26.0 | 26.1 | 26.5 | 0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>07:48:00 | 26.1 | 26.1 | 26.5 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:50:00 | 26.1 | 26.1 | 26.5 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:52:00 | 26.1 | 26.1 | 26.5 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>07:54:00 | 26.1 | 26.1 | 26.6 | 0   | 0.5 |
| 02.09.2023<br>07:56:00 | 26.1 | 26.2 | 26.6 | 0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>07:58:00 | 26.2 | 26.2 | 26.6 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>08:00:00 | 26.2 | 26.2 | 26.7 | 0   | 0.5 |
| 02.09.2023<br>08:02:00 | 26.2 | 26.2 | 26.7 | 0   | 0.5 |
| 02.09.2023<br>08:04:00 | 26.2 | 26.2 | 26.7 | 0   | 0.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>08:06:00 | 26.2 | 26.2 | 26.8 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:08:00 | 26.3 | 26.2 | 26.8 | -0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>08:10:00 | 26.3 | 26.2 | 26.8 | -0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>08:12:00 | 26.3 | 26.3 | 26.8 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>08:14:00 | 26.3 | 26.3 | 26.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:16:00 | 26.3 | 26.3 | 26.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:18:00 | 26.3 | 26.3 | 26.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:20:00 | 26.3 | 26.3 | 26.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:22:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:24:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:26:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:28:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:30:00 | 26.4 | 26.4 | 27.0 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:32:00 | 26.4 | 26.4 | 27.1 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:34:00 | 26.5 | 26.4 | 27.1 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:36:00 | 26.5 | 26.4 | 27.1 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:38:00 | 26.5 | 26.4 | 27.1 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>08:40:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:42:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:44:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:46:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:48:00 | 26.5 | 26.5 | 27.2 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:50:00 | 26.5 | 26.5 | 27.2 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:52:00 | 26.5 | 26.5 | 27.2 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>08:54:00 | 26.5 | 26.5 | 27.2 | 0    | 0.7 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>08:56:00 | 26.5 | 26.5 | 27.3 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>08:58:00 | 26.5 | 26.5 | 27.3 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:00:00 | 26.6 | 26.5 | 27.3 | -0.1 | 0.7 |
| 02.09.2023<br>09:02:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:04:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:06:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:08:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:10:00 | 26.7 | 26.5 | 27.5 | -0.2 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:12:00 | 26.7 | 26.6 | 27.5 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:14:00 | 26.7 | 26.6 | 27.5 | -0.1 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:16:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:18:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:20:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:22:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:24:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:26:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:28:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:30:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:32:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:34:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:36:00 | 26.8 | 26.6 | 27.6 | -0.2 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>09:38:00 | 26.8 | 26.7 | 27.7 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:40:00 | 26.8 | 26.7 | 27.7 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:42:00 | 26.8 | 26.7 | 27.7 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:44:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>09:46:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>09:48:00 | 26.9 | 26.7 | 27.8 | -0.2 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>09:50:00 | 26.9 | 26.7 | 27.9 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>09:52:00 | 26.9 | 26.8 | 27.9 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>09:54:00 | 26.9 | 26.8 | 27.9 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>09:56:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>09:58:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:00:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:02:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:04:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:06:00 | 27.0 | 26.9 | 28.0 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:08:00 | 27.0 | 26.9 | 28.0 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:10:00 | 27.0 | 26.9 | 28.0 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:12:00 | 27.0 | 26.9 | 28.1 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:14:00 | 27.1 | 26.9 | 28.1 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:16:00 | 27.1 | 26.9 | 28.1 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:18:00 | 27.1 | 26.9 | 28.1 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:20:00 | 27.1 | 27.0 | 28.1 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:22:00 | 27.1 | 27.0 | 28.1 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:24:00 | 27.1 | 27.0 | 28.2 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:26:00 | 27.1 | 27.0 | 28.2 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:28:00 | 27.1 | 27.0 | 28.2 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:30:00 | 27.1 | 27.0 | 28.2 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:32:00 | 27.1 | 27.0 | 28.2 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:34:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>10:36:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:38:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:40:00 | 27.2 | 27.0 | 28.2 | -0.2 | 1   |
| 02.09.2023<br>10:42:00 | 27.2 | 27.1 | 28.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:44:00 | 27.2 | 27.1 | 28.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:46:00 | 27.2 | 27.1 | 28.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:48:00 | 27.2 | 27.1 | 28.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>10:50:00 | 27.2 | 27.1 | 28.4 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>10:52:00 | 27.2 | 27.1 | 28.4 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>10:54:00 | 27.2 | 27.1 | 28.4 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>10:56:00 | 27.2 | 27.1 | 28.4 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>10:58:00 | 27.2 | 27.1 | 28.4 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:00:00 | 27.2 | 27.1 | 28.5 | -0.1 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>11:02:00 | 27.3 | 27.1 | 28.5 | -0.2 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:04:00 | 27.3 | 27.2 | 28.5 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:06:00 | 27.3 | 27.2 | 28.5 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:08:00 | 27.3 | 27.2 | 28.5 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:10:00 | 27.3 | 27.2 | 28.5 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:12:00 | 27.3 | 27.2 | 28.6 | -0.1 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>11:14:00 | 27.3 | 27.2 | 28.6 | -0.1 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>11:16:00 | 27.4 | 27.2 | 28.6 | -0.2 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>11:18:00 | 27.4 | 27.2 | 28.7 | -0.2 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>11:20:00 | 27.4 | 27.2 | 28.7 | -0.2 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>11:22:00 | 27.5 | 27.3 | 29   | -0.2 | 1.5 |
| 02.09.2023<br>11:24:00 | 27.6 | 27.5 | 30.3 | -0.1 | 2.7 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>11:26:00 | 27.9 | 27.7 | 31.6 | -0.2 | 3.7 |
| 02.09.2023<br>11:28:00 | 28.2 | 27.9 | 32.7 | -0.3 | 4.5 |
| 02.09.2023<br>11:30:00 | 28.9 | 28.1 | 33.6 | -0.8 | 4.7 |
| 02.09.2023<br>11:32:00 | 29.8 | 28.3 | 34.2 | -1.5 | 4.4 |
| 02.09.2023<br>11:34:00 | 30.7 | 28.5 | 34.8 | -2.2 | 4.1 |
| 02.09.2023<br>11:36:00 | 31.5 | 28.7 | 35.2 | -2.8 | 3.7 |
| 02.09.2023<br>11:38:00 | 32.1 | 28.9 | 35.6 | -3.2 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>11:40:00 | 32.5 | 29.0 | 35.8 | -3.5 | 3.3 |
| 02.09.2023<br>11:42:00 | 32.7 | 29.1 | 35.9 | -3.6 | 3.2 |
| 02.09.2023<br>11:44:00 | 33.0 | 29.2 | 35.9 | -3.8 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>11:46:00 | 33.1 | 29.3 | 35.8 | -3.8 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>11:48:00 | 32.9 | 29.3 | 35.7 | -3.6 | 2.8 |
| 02.09.2023<br>11:50:00 | 33.0 | 29.4 | 35.5 | -3.6 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>11:52:00 | 33.7 | 29.5 | 35.5 | -4.2 | 1.8 |
| 02.09.2023<br>11:54:00 | 33.8 | 29.5 | 35.4 | -4.3 | 1.6 |
| 02.09.2023<br>11:56:00 | 33.9 | 29.6 | 35.3 | -4.3 | 1.4 |
| 02.09.2023<br>11:58:00 | 34.5 | 29.6 | 35.3 | -4.9 | 0.8 |
| 02.09.2023<br>12:00:00 | 34.8 | 29.7 | 35.3 | -5.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>12:02:00 | 35.1 | 29.8 | 35.4 | -5.3 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>12:04:00 | 35.2 | 29.8 | 35.4 | -5.4 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>12:06:00 | 35.0 | 29.8 | 35.4 | -5.2 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>12:08:00 | 34.4 | 29.9 | 35.4 | -4.5 | 1   |
| 02.09.2023<br>12:10:00 | 33.9 | 29.9 | 35.3 | -4   | 1.4 |
| 02.09.2023<br>12:12:00 | 33.5 | 29.9 | 35.2 | -3.6 | 1.7 |
| 02.09.2023<br>12:14:00 | 33.1 | 29.9 | 35.1 | -3.2 | 2   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>12:16:00 | 32.8 | 29.9 | 35.0 | -2.9 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>12:18:00 | 32.5 | 29.9 | 34.9 | -2.6 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>12:20:00 | 32.2 | 29.9 | 34.7 | -2.3 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>12:22:00 | 32.0 | 29.9 | 34.6 | -2.1 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>12:24:00 | 31.8 | 29.8 | 34.4 | -2   | 2.6 |
| 02.09.2023<br>12:26:00 | 31.6 | 29.8 | 34.2 | -1.8 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>12:28:00 | 31.5 | 29.8 | 34.2 | -1.7 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>12:30:00 | 31.4 | 29.8 | 34.2 | -1.6 | 2.8 |
| 02.09.2023<br>12:32:00 | 31.4 | 29.8 | 34.3 | -1.6 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>12:34:00 | 31.3 | 29.8 | 34.3 | -1.5 | 3   |
| 02.09.2023<br>12:36:00 | 31.3 | 29.8 | 34.4 | -1.5 | 3.1 |
| 02.09.2023<br>12:38:00 | 31.2 | 29.9 | 34.5 | -1.3 | 3.3 |
| 02.09.2023<br>12:40:00 | 31.2 | 29.9 | 34.6 | -1.3 | 3.4 |
| 02.09.2023<br>12:42:00 | 31.3 | 29.9 | 34.7 | -1.4 | 3.4 |
| 02.09.2023<br>12:44:00 | 31.3 | 30.0 | 34.8 | -1.3 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:46:00 | 31.3 | 30.0 | 34.8 | -1.3 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:48:00 | 31.3 | 30.0 | 34.8 | -1.3 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:50:00 | 31.3 | 30.0 | 34.8 | -1.3 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:52:00 | 31.3 | 30.1 | 34.8 | -1.2 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:54:00 | 31.3 | 30.1 | 34.8 | -1.2 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:56:00 | 31.2 | 30.1 | 34.7 | -1.1 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>12:58:00 | 31.2 | 30.1 | 34.7 | -1.1 | 3.5 |
| 02.09.2023<br>13:00:00 | 31.2 | 30.0 | 34.6 | -1.2 | 3.4 |
| 02.09.2023<br>13:02:00 | 31.1 | 30.0 | 34.5 | -1.1 | 3.4 |
| 02.09.2023<br>13:04:00 | 31.0 | 30.0 | 34.3 | -1   | 3.3 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>13:06:00 | 31.0 | 30.0 | 34.2 | -1   | 3.2 |
| 02.09.2023<br>13:08:00 | 30.9 | 30.0 | 34.1 | -0.9 | 3.2 |
| 02.09.2023<br>13:10:00 | 30.9 | 29.9 | 34.0 | -1   | 3.1 |
| 02.09.2023<br>13:12:00 | 30.9 | 29.9 | 34.0 | -1   | 3.1 |
| 02.09.2023<br>13:14:00 | 30.9 | 29.9 | 33.9 | -1   | 3   |
| 02.09.2023<br>13:16:00 | 30.8 | 29.8 | 33.7 | -1   | 2.9 |
| 02.09.2023<br>13:18:00 | 30.7 | 29.8 | 33.6 | -0.9 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>13:20:00 | 30.7 | 29.8 | 33.5 | -0.9 | 2.8 |
| 02.09.2023<br>13:22:00 | 30.7 | 29.8 | 33.4 | -0.9 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>13:24:00 | 30.7 | 29.8 | 33.3 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:26:00 | 30.7 | 29.8 | 33.3 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:28:00 | 30.7 | 29.8 | 33.3 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:30:00 | 30.7 | 29.8 | 33.3 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:32:00 | 30.6 | 29.8 | 33.3 | -0.8 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>13:34:00 | 30.6 | 29.7 | 33.2 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:36:00 | 30.6 | 29.7 | 33.2 | -0.9 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:38:00 | 30.5 | 29.7 | 33.1 | -0.8 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:40:00 | 30.4 | 29.6 | 33.0 | -0.8 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>13:42:00 | 30.4 | 29.6 | 32.9 | -0.8 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>13:44:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>13:46:00 | 30.3 | 29.6 | 32.7 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>13:48:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>13:50:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>13:52:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>13:54:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>13:56:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>13:58:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:00:00 | 30.2 | 29.5 | 32.7 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:02:00 | 30.3 | 29.6 | 32.7 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:04:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:06:00 | 30.3 | 29.6 | 32.9 | -0.7 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>14:08:00 | 30.3 | 29.6 | 32.9 | -0.7 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>14:10:00 | 30.3 | 29.6 | 32.9 | -0.7 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>14:12:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:14:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:16:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:18:00 | 30.3 | 29.6 | 32.8 | -0.7 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:20:00 | 30.2 | 29.6 | 32.7 | -0.6 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:22:00 | 30.2 | 29.5 | 32.6 | -0.7 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:24:00 | 30.1 | 29.5 | 32.6 | -0.6 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>14:26:00 | 30.1 | 29.5 | 32.5 | -0.6 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:28:00 | 30.0 | 29.5 | 32.4 | -0.5 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:30:00 | 30.0 | 29.4 | 32.3 | -0.6 | 2.3 |
| 02.09.2023<br>14:32:00 | 29.9 | 29.4 | 32.3 | -0.5 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:34:00 | 29.9 | 29.4 | 32.3 | -0.5 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>14:36:00 | 29.9 | 29.3 | 32.2 | -0.6 | 2.3 |
| 02.09.2023<br>14:38:00 | 29.9 | 29.3 | 32.1 | -0.6 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>14:40:00 | 29.8 | 29.3 | 32.1 | -0.5 | 2.3 |
| 02.09.2023<br>14:42:00 | 29.8 | 29.3 | 32.0 | -0.5 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>14:44:00 | 29.8 | 29.2 | 32.0 | -0.6 | 2.2 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>14:46:00 | 29.8 | 29.2 | 31.9 | -0.6 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>14:48:00 | 29.8 | 29.2 | 31.9 | -0.6 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>14:50:00 | 29.8 | 29.2 | 31.9 | -0.6 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>14:52:00 | 29.8 | 29.2 | 31.9 | -0.6 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>14:54:00 | 29.7 | 29.2 | 31.9 | -0.5 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>14:56:00 | 29.7 | 29.2 | 31.9 | -0.5 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>14:58:00 | 29.7 | 29.2 | 31.9 | -0.5 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>15:00:00 | 29.7 | 29.3 | 32.0 | -0.4 | 2.3 |
| 02.09.2023<br>15:02:00 | 29.7 | 29.3 | 32.2 | -0.4 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>15:04:00 | 29.7 | 29.3 | 32.3 | -0.4 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>15:06:00 | 29.7 | 29.3 | 32.3 | -0.4 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>15:08:00 | 29.7 | 29.3 | 32.5 | -0.4 | 2.8 |
| 02.09.2023<br>15:10:00 | 29.6 | 29.3 | 32.5 | -0.3 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>15:12:00 | 29.6 | 29.3 | 32.5 | -0.3 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>15:14:00 | 29.6 | 29.3 | 32.5 | -0.3 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>15:16:00 | 29.6 | 29.4 | 32.6 | -0.2 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:18:00 | 29.6 | 29.4 | 32.8 | -0.2 | 3.2 |
| 02.09.2023<br>15:20:00 | 29.6 | 29.6 | 33.0 | 0    | 3.4 |
| 02.09.2023<br>15:22:00 | 29.6 | 29.7 | 33.2 | 0.1  | 3.6 |
| 02.09.2023<br>15:24:00 | 29.5 | 29.8 | 33.3 | 0.3  | 3.8 |
| 02.09.2023<br>15:26:00 | 29.5 | 29.9 | 33.2 | 0.4  | 3.7 |
| 02.09.2023<br>15:28:00 | 29.5 | 29.9 | 33.1 | 0.4  | 3.6 |
| 02.09.2023<br>15:30:00 | 29.5 | 29.8 | 33.0 | 0.3  | 3.5 |
| 02.09.2023<br>15:32:00 | 29.5 | 29.8 | 32.8 | 0.3  | 3.3 |
| 02.09.2023<br>15:34:00 | 29.5 | 29.7 | 32.6 | 0.2  | 3.1 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>15:36:00 | 29.4 | 29.6 | 32.5 | 0.2 | 3.1 |
| 02.09.2023<br>15:38:00 | 29.4 | 29.6 | 32.4 | 0.2 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:40:00 | 29.4 | 29.6 | 32.4 | 0.2 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:42:00 | 29.3 | 29.7 | 32.3 | 0.4 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:44:00 | 29.3 | 29.6 | 32.3 | 0.3 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:46:00 | 29.3 | 29.8 | 32.2 | 0.5 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>15:48:00 | 29.3 | 29.8 | 32.3 | 0.5 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:50:00 | 29.2 | 29.8 | 32.2 | 0.6 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:52:00 | 29.2 | 30.0 | 32.2 | 0.8 | 3   |
| 02.09.2023<br>15:54:00 | 29.2 | 30.0 | 32.1 | 0.8 | 2.9 |
| 02.09.2023<br>15:56:00 | 29.2 | 29.9 | 31.9 | 0.7 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>15:58:00 | 29.1 | 29.8 | 31.8 | 0.7 | 2.7 |
| 02.09.2023<br>16:00:00 | 29.1 | 29.8 | 31.7 | 0.7 | 2.6 |
| 02.09.2023<br>16:02:00 | 29.1 | 29.7 | 31.6 | 0.6 | 2.5 |
| 02.09.2023<br>16:04:00 | 29.1 | 29.6 | 31.5 | 0.5 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>16:06:00 | 29.0 | 29.5 | 31.4 | 0.5 | 2.4 |
| 02.09.2023<br>16:08:00 | 29.0 | 29.4 | 31.3 | 0.4 | 2.3 |
| 02.09.2023<br>16:10:00 | 29.0 | 29.3 | 31.2 | 0.3 | 2.2 |
| 02.09.2023<br>16:12:00 | 29.0 | 29.3 | 31.1 | 0.3 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>16:14:00 | 29.0 | 29.2 | 31.1 | 0.2 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>16:16:00 | 28.9 | 29.1 | 31.0 | 0.2 | 2.1 |
| 02.09.2023<br>16:18:00 | 28.9 | 29.1 | 30.9 | 0.2 | 2   |
| 02.09.2023<br>16:20:00 | 28.9 | 29.0 | 30.8 | 0.1 | 1.9 |
| 02.09.2023<br>16:22:00 | 28.9 | 28.9 | 30.7 | 0   | 1.8 |
| 02.09.2023<br>16:24:00 | 28.9 | 28.9 | 30.6 | 0   | 1.7 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>16:26:00 | 28.8 | 28.9 | 30.5 | 0.1  | 1.7 |
| 02.09.2023<br>16:28:00 | 28.8 | 28.8 | 30.5 | 0    | 1.7 |
| 02.09.2023<br>16:30:00 | 28.8 | 28.8 | 30.4 | 0    | 1.6 |
| 02.09.2023<br>16:32:00 | 28.7 | 28.8 | 30.3 | 0.1  | 1.6 |
| 02.09.2023<br>16:34:00 | 28.7 | 28.7 | 30.2 | 0    | 1.5 |
| 02.09.2023<br>16:36:00 | 28.6 | 28.7 | 30.2 | 0.1  | 1.6 |
| 02.09.2023<br>16:38:00 | 28.6 | 28.6 | 30.1 | 0    | 1.5 |
| 02.09.2023<br>16:40:00 | 28.6 | 28.6 | 30.0 | 0    | 1.4 |
| 02.09.2023<br>16:42:00 | 28.5 | 28.5 | 29.9 | 0    | 1.4 |
| 02.09.2023<br>16:44:00 | 28.5 | 28.5 | 29.9 | 0    | 1.4 |
| 02.09.2023<br>16:46:00 | 28.5 | 28.5 | 29.8 | 0    | 1.3 |
| 02.09.2023<br>16:48:00 | 28.5 | 28.4 | 29.8 | -0.1 | 1.3 |
| 02.09.2023<br>16:50:00 | 28.4 | 28.4 | 29.7 | 0    | 1.3 |
| 02.09.2023<br>16:52:00 | 28.4 | 28.3 | 29.6 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>16:54:00 | 28.4 | 28.3 | 29.6 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>16:56:00 | 28.3 | 28.3 | 29.5 | 0    | 1.2 |
| 02.09.2023<br>16:58:00 | 28.3 | 28.2 | 29.5 | -0.1 | 1.2 |
| 02.09.2023<br>17:00:00 | 28.3 | 28.2 | 29.4 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>17:02:00 | 28.3 | 28.2 | 29.4 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>17:04:00 | 28.3 | 28.2 | 29.3 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:06:00 | 28.2 | 28.1 | 29.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>17:08:00 | 28.2 | 28.1 | 29.3 | -0.1 | 1.1 |
| 02.09.2023<br>17:10:00 | 28.2 | 28.1 | 29.2 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:12:00 | 28.2 | 28.1 | 29.2 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:14:00 | 28.1 | 28.1 | 29.2 | 0    | 1.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>17:16:00 | 28.1 | 28.0 | 29.1 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:18:00 | 28.1 | 28.0 | 29.1 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:20:00 | 28.1 | 28.0 | 29.1 | -0.1 | 1   |
| 02.09.2023<br>17:22:00 | 28.1 | 28.0 | 29.0 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>17:24:00 | 28.1 | 28.0 | 29.0 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>17:26:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:28:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:30:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:32:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:34:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:36:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:38:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:40:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:42:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:44:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:46:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:48:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:50:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:52:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:54:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:56:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>17:58:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:00:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:02:00 | 28.0 | 28.0 | 29.0 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:04:00 | 28.0 | 27.9 | 29.0 | -0.1 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>18:06:00 | 28.0 | 27.9 | 28.9 | -0.1 | 0.9 |
| 02.09.2023<br>18:08:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:10:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:12:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:14:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:16:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:18:00 | 27.9 | 27.9 | 28.9 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:20:00 | 27.9 | 27.9 | 28.8 | 0    | 0.9 |
| 02.09.2023<br>18:22:00 | 27.8 | 27.8 | 28.8 | 0    | 1   |
| 02.09.2023<br>18:24:00 | 27.8 | 27.8 | 28.7 | 0    | 0.9 |
| 02.09.2023<br>18:26:00 | 27.8 | 27.8 | 28.7 | 0    | 0.9 |
| 02.09.2023<br>18:28:00 | 27.8 | 27.8 | 28.6 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:30:00 | 27.8 | 27.8 | 28.6 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:32:00 | 27.7 | 27.7 | 28.6 | 0    | 0.9 |
| 02.09.2023<br>18:34:00 | 27.7 | 27.7 | 28.5 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:36:00 | 27.7 | 27.7 | 28.5 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:38:00 | 27.7 | 27.7 | 28.5 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:40:00 | 27.7 | 27.7 | 28.4 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>18:42:00 | 27.7 | 27.7 | 28.4 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>18:44:00 | 27.6 | 27.7 | 28.4 | 0.1  | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:46:00 | 27.6 | 27.6 | 28.4 | 0    | 0.8 |
| 02.09.2023<br>18:48:00 | 27.6 | 27.6 | 28.3 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>18:50:00 | 27.6 | 27.6 | 28.3 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>18:52:00 | 27.6 | 27.6 | 28.3 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>18:54:00 | 27.6 | 27.6 | 28.2 | 0    | 0.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>18:56:00 | 27.6 | 27.5 | 28.2 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>18:58:00 | 27.5 | 27.5 | 28.2 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>19:00:00 | 27.5 | 27.5 | 28.2 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>19:02:00 | 27.5 | 27.5 | 28.1 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:04:00 | 27.5 | 27.5 | 28.1 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:06:00 | 27.5 | 27.4 | 28.1 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:08:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:10:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:12:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:14:00 | 27.4 | 27.4 | 28.0 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:16:00 | 27.4 | 27.3 | 28.0 | -0.1 | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:18:00 | 27.3 | 27.3 | 28.0 | 0    | 0.7 |
| 02.09.2023<br>19:20:00 | 27.3 | 27.3 | 27.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:22:00 | 27.3 | 27.3 | 27.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:24:00 | 27.3 | 27.3 | 27.9 | 0    | 0.6 |
| 02.09.2023<br>19:26:00 | 27.3 | 27.3 | 27.8 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:28:00 | 27.3 | 27.2 | 27.8 | -0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:30:00 | 27.3 | 27.2 | 27.8 | -0.1 | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:32:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:34:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:36:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:38:00 | 27.2 | 27.2 | 27.7 | 0    | 0.5 |
| 02.09.2023<br>19:40:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:42:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:44:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 02.09.2023<br>19:46:00 | 27.2 | 27.2 | 27.6 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:48:00 | 27.2 | 27.1 | 27.5 | -0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>19:50:00 | 27.1 | 27.1 | 27.5 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:52:00 | 27.1 | 27.1 | 27.5 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:54:00 | 27.1 | 27.1 | 27.5 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>19:56:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>19:58:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:00:00 | 27.1 | 27.1 | 27.4 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:02:00 | 27.1 | 27.0 | 27.4 | -0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:04:00 | 27.0 | 27.0 | 27.4 | 0    | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:06:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:08:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:10:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:12:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:14:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:16:00 | 27.0 | 27.0 | 27.3 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:18:00 | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 0    | 0.2 |
| 02.09.2023<br>20:20:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:22:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:24:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:26:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:28:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:30:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:32:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:34:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0    | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>20:36:00 | 26.9 | 26.9 | 27.2 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:38:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:40:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:42:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:44:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:46:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:48:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:50:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:52:00 | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>20:54:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:56:00 | 26.7 | 26.8 | 27.1 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>20:58:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0   | 0.4 |
| 02.09.2023<br>21:00:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:02:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:04:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:06:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:08:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:10:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:12:00 | 26.7 | 26.7 | 27.0 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:14:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>21:16:00 | 26.6 | 26.7 | 27.0 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>21:18:00 | 26.6 | 26.7 | 26.9 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:20:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:22:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:24:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>21:26:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:28:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:30:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:32:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:34:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:36:00 | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 0.1 | 0.4 |
| 02.09.2023<br>21:38:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:40:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:42:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:44:00 | 26.5 | 26.6 | 26.8 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:46:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:48:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:50:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:52:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:54:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:56:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>21:58:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:00:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:02:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0   | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:04:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:06:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:08:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:10:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:12:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:14:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>22:16:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:18:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:20:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:22:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:24:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:26:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:28:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:30:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>22:32:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:34:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:36:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:38:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:40:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:42:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:44:00 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:46:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:48:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:50:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:52:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:54:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:56:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>22:58:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:00:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:02:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 02.09.2023<br>23:04:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>23:06:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:08:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:10:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:12:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:14:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:16:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:18:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:20:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:22:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:24:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:26:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:28:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:30:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:32:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:34:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:36:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:38:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:40:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:42:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:44:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:46:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:48:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:50:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:52:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:54:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 02.09.2023<br>23:56:00 | 26.3 | 26.3 | 26.5 | 0   | 0.2 |
| 02.09.2023<br>23:58:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:00:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:02:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:04:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:06:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:08:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:10:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:12:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:14:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:16:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:18:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:20:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:22:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:24:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:26:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:28:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:30:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:32:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:34:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:36:00 | 26.2 | 26.2 | 26.4 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>00:38:00 | 26.2 | 26.2 | 26.4 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>00:40:00 | 26.2 | 26.2 | 26.4 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>00:42:00 | 26.2 | 26.2 | 26.4 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>00:44:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>00:46:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:48:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:50:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:52:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:54:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:56:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>00:58:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:00:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:02:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:04:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:06:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:08:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:10:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:12:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:14:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:16:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:18:00 | 26.1 | 26.2 | 26.3 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>01:20:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:22:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:24:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:26:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:28:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:30:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:32:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:34:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>01:36:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:38:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:40:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:42:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:44:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:46:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:48:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:50:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:52:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:54:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:56:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>01:58:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:00:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:02:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:04:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:06:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>02:08:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>02:10:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:12:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:14:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:16:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:18:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:20:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:22:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:24:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>02:26:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:28:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:30:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:32:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:34:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:36:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:38:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:40:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:42:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:44:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:46:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:48:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:50:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>02:52:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>02:54:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>02:56:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>02:58:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>03:00:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:02:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:04:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:06:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:08:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:10:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:12:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:14:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>03:16:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:18:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:20:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:22:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:24:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:26:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:28:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:30:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:32:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:34:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:36:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:38:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:40:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:42:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:44:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:46:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:48:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:50:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:52:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:54:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:56:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>03:58:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:00:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:02:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:04:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>04:06:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:08:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>04:10:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>04:12:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:14:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>04:16:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>04:18:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:20:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:22:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:24:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:26:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:28:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:30:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:32:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:34:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:36:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:38:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:40:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:42:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:44:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:46:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:48:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:50:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:52:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:54:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>04:56:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>04:58:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:00:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:02:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:04:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:06:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:08:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:10:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:12:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:14:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:16:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:18:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:20:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:22:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>05:24:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:26:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:28:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:30:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:32:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:34:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:36:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:38:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:40:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:42:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:44:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>05:46:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:48:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:50:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:52:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:54:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:56:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>05:58:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:00:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:02:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:04:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:06:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:08:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:10:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:12:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:14:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:16:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:18:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:20:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:22:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:24:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:26:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:28:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:30:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:32:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:34:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>06:36:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:38:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:40:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:42:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:44:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:46:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:48:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:50:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:52:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:54:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:56:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>06:58:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>07:00:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>07:02:00 | 25.7 | 25.7 | 25.9 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>07:04:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>07:06:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>07:08:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:10:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:12:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:14:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:16:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:18:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:20:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:22:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:24:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>07:26:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>07:28:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:30:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:32:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:34:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:36:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:38:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:40:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:42:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:44:00 | 25.7 | 25.8 | 26.1 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:46:00 | 25.7 | 25.8 | 26.2 | 0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>07:48:00 | 25.7 | 25.8 | 26.2 | 0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>07:50:00 | 25.7 | 25.9 | 26.2 | 0.2 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>07:52:00 | 25.7 | 25.9 | 26.2 | 0.2 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>07:54:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:56:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>07:58:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>08:00:00 | 25.8 | 25.9 | 26.2 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>08:02:00 | 25.8 | 25.9 | 26.3 | 0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:04:00 | 25.8 | 25.9 | 26.3 | 0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:06:00 | 25.8 | 25.9 | 26.3 | 0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:08:00 | 25.9 | 25.9 | 26.3 | 0   | 0.4 |
| 03.09.2023<br>08:10:00 | 25.9 | 25.9 | 26.4 | 0   | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:12:00 | 25.9 | 25.9 | 26.4 | 0   | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:14:00 | 25.9 | 25.9 | 26.4 | 0   | 0.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>08:16:00 | 25.9 | 26.0 | 26.4 | 0.1  | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:18:00 | 25.9 | 26.0 | 26.4 | 0.1  | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:20:00 | 25.9 | 26.0 | 26.5 | 0.1  | 0.6 |
| 03.09.2023<br>08:22:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:24:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:26:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:28:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:30:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:32:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:34:00 | 26.0 | 26.0 | 26.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:36:00 | 26.1 | 26.0 | 26.5 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>08:38:00 | 26.1 | 26.1 | 26.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:40:00 | 26.1 | 26.1 | 26.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:42:00 | 26.1 | 26.1 | 26.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:44:00 | 26.1 | 26.1 | 26.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:46:00 | 26.1 | 26.1 | 26.7 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>08:48:00 | 26.1 | 26.1 | 26.7 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>08:50:00 | 26.2 | 26.1 | 26.7 | -0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:52:00 | 26.2 | 26.2 | 26.7 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>08:54:00 | 26.2 | 26.2 | 26.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>08:56:00 | 26.2 | 26.2 | 26.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>08:58:00 | 26.2 | 26.2 | 26.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:00:00 | 26.2 | 26.2 | 26.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:02:00 | 26.3 | 26.2 | 26.9 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:04:00 | 26.3 | 26.2 | 26.9 | -0.1 | 0.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>09:06:00 | 26.3 | 26.2 | 26.9 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:08:00 | 26.3 | 26.3 | 27.0 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:10:00 | 26.3 | 26.3 | 27.0 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:12:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:14:00 | 26.4 | 26.3 | 27.0 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>09:16:00 | 26.4 | 26.3 | 27.1 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:18:00 | 26.4 | 26.3 | 27.1 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:20:00 | 26.4 | 26.3 | 27.1 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:22:00 | 26.4 | 26.4 | 27.2 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:24:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:26:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:28:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:30:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:32:00 | 26.5 | 26.4 | 27.2 | -0.1 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>09:34:00 | 26.5 | 26.4 | 27.3 | -0.1 | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:36:00 | 26.5 | 26.5 | 27.3 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:38:00 | 26.5 | 26.5 | 27.3 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:40:00 | 26.5 | 26.5 | 27.3 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:42:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:44:00 | 26.6 | 26.5 | 27.4 | -0.1 | 0.8 |
| 03.09.2023<br>09:46:00 | 26.6 | 26.5 | 27.5 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>09:48:00 | 26.6 | 26.5 | 27.5 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>09:50:00 | 26.6 | 26.5 | 27.5 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>09:52:00 | 26.7 | 26.5 | 27.6 | -0.2 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>09:54:00 | 26.7 | 26.5 | 27.6 | -0.2 | 0.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>09:56:00 | 26.7 | 26.5 | 27.6 | -0.2 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>09:58:00 | 26.7 | 26.5 | 27.6 | -0.2 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:00:00 | 26.7 | 26.5 | 27.6 | -0.2 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:02:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:04:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:06:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:08:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:10:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:12:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:14:00 | 26.7 | 26.6 | 27.6 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:16:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:18:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:20:00 | 26.7 | 26.6 | 27.7 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:22:00 | 26.8 | 26.7 | 27.7 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:24:00 | 26.8 | 26.7 | 27.7 | -0.1 | 0.9 |
| 03.09.2023<br>10:26:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:28:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:30:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:32:00 | 26.8 | 26.7 | 27.8 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:34:00 | 26.9 | 26.7 | 27.9 | -0.2 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:36:00 | 26.9 | 26.8 | 27.9 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:38:00 | 26.9 | 26.8 | 27.9 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:40:00 | 26.9 | 26.8 | 28.0 | -0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>10:42:00 | 26.9 | 26.8 | 28.0 | -0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>10:44:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>10:46:00 | 26.9 | 26.8 | 28.0 | -0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>10:48:00 | 26.9 | 26.8 | 28.0 | -0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>10:50:00 | 26.9 | 26.8 | 28.0 | -0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>10:52:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:54:00 | 27.0 | 26.8 | 28.0 | -0.2 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:56:00 | 27.0 | 26.9 | 28.0 | -0.1 | 1   |
| 03.09.2023<br>10:58:00 | 27.1 | 26.9 | 28.1 | -0.2 | 1   |
| 03.09.2023<br>11:00:00 | 27.1 | 26.9 | 28.1 | -0.2 | 1   |
| 03.09.2023<br>11:02:00 | 27.1 | 26.9 | 28.2 | -0.2 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>11:04:00 | 27.2 | 27.0 | 28.3 | -0.2 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>11:06:00 | 27.2 | 27.0 | 28.3 | -0.2 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>11:08:00 | 27.2 | 27.0 | 28.4 | -0.2 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>11:10:00 | 27.2 | 27.0 | 28.5 | -0.2 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>11:12:00 | 27.2 | 27.1 | 28.5 | -0.1 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>11:14:00 | 27.3 | 27.1 | 28.5 | -0.2 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>11:16:00 | 27.3 | 27.1 | 28.6 | -0.2 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>11:18:00 | 27.4 | 27.1 | 28.7 | -0.3 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>11:20:00 | 27.4 | 27.2 | 28.8 | -0.2 | 1.4 |
| 03.09.2023<br>11:22:00 | 27.5 | 27.2 | 29.1 | -0.3 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>11:24:00 | 27.6 | 27.3 | 30.3 | -0.3 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>11:26:00 | 27.7 | 27.4 | 30.7 | -0.3 | 3   |
| 03.09.2023<br>11:28:00 | 28.1 | 27.6 | 31.5 | -0.5 | 3.4 |
| 03.09.2023<br>11:30:00 | 28.8 | 27.8 | 32.4 | -1   | 3.6 |
| 03.09.2023<br>11:32:00 | 29.8 | 28.0 | 33.2 | -1.8 | 3.4 |
| 03.09.2023<br>11:34:00 | 30.4 | 28.1 | 33.8 | -2.3 | 3.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>11:36:00 | 30.2 | 28.2 | 34.0 | -2   | 3.8 |
| 03.09.2023<br>11:38:00 | 30.7 | 28.3 | 34.0 | -2.4 | 3.3 |
| 03.09.2023<br>11:40:00 | 31.5 | 28.4 | 34.2 | -3.1 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>11:42:00 | 32.1 | 28.6 | 34.4 | -3.5 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>11:44:00 | 32.1 | 28.7 | 34.5 | -3.4 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>11:46:00 | 32.1 | 28.8 | 34.5 | -3.3 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>11:48:00 | 32.9 | 28.9 | 34.6 | -4   | 1.7 |
| 03.09.2023<br>11:50:00 | 33.5 | 28.9 | 34.6 | -4.6 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>11:52:00 | 34.0 | 29.0 | 34.7 | -5   | 0.7 |
| 03.09.2023<br>11:54:00 | 34.0 | 29.1 | 34.7 | -4.9 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>11:56:00 | 32.8 | 29.1 | 34.6 | -3.7 | 1.8 |
| 03.09.2023<br>11:58:00 | 32.3 | 29.1 | 34.3 | -3.2 | 2   |
| 03.09.2023<br>12:00:00 | 32.6 | 29.1 | 34.2 | -3.5 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>12:02:00 | 33.4 | 29.2 | 34.2 | -4.2 | 0.8 |
| 03.09.2023<br>12:04:00 | 33.5 | 29.2 | 34.2 | -4.3 | 0.7 |
| 03.09.2023<br>12:06:00 | 32.7 | 29.2 | 34.1 | -3.5 | 1.4 |
| 03.09.2023<br>12:08:00 | 33.0 | 29.2 | 34.0 | -3.8 | 1   |
| 03.09.2023<br>12:10:00 | 33.6 | 29.3 | 34.0 | -4.3 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>12:12:00 | 33.7 | 29.3 | 34.1 | -4.4 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>12:14:00 | 33.5 | 29.4 | 34.1 | -4.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>12:16:00 | 33.0 | 29.4 | 34.0 | -3.6 | 1   |
| 03.09.2023<br>12:18:00 | 32.5 | 29.4 | 34.0 | -3.1 | 1.5 |
| 03.09.2023<br>12:20:00 | 32.3 | 29.4 | 34.0 | -2.9 | 1.7 |
| 03.09.2023<br>12:22:00 | 32.1 | 29.5 | 34.0 | -2.6 | 1.9 |
| 03.09.2023<br>12:24:00 | 31.9 | 29.5 | 34.0 | -2.4 | 2.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>12:26:00 | 31.6 | 29.5 | 34.0 | -2.1 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>12:28:00 | 31.2 | 29.4 | 33.8 | -1.8 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>12:30:00 | 31.0 | 29.4 | 33.5 | -1.6 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:32:00 | 30.9 | 29.4 | 33.4 | -1.5 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:34:00 | 30.9 | 29.4 | 33.3 | -1.5 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>12:36:00 | 30.8 | 29.3 | 33.2 | -1.5 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>12:38:00 | 30.6 | 29.3 | 33.1 | -1.3 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:40:00 | 30.5 | 29.3 | 33.0 | -1.2 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:42:00 | 30.5 | 29.3 | 33.0 | -1.2 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:44:00 | 30.5 | 29.3 | 33.0 | -1.2 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>12:46:00 | 30.5 | 29.3 | 33.1 | -1.2 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>12:48:00 | 30.5 | 29.3 | 33.1 | -1.2 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>12:50:00 | 30.4 | 29.3 | 33.1 | -1.1 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>12:52:00 | 30.4 | 29.3 | 33   | -1.1 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>12:54:00 | 30.4 | 29.3 | 33.1 | -1.1 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>12:56:00 | 30.4 | 29.3 | 33.1 | -1.1 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>12:58:00 | 30.4 | 29.4 | 33.2 | -1   | 2.8 |
| 03.09.2023<br>13:00:00 | 30.4 | 29.4 | 33.3 | -1   | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:02:00 | 30.4 | 29.4 | 33.3 | -1   | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:04:00 | 30.4 | 29.4 | 33.3 | -1   | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:06:00 | 30.4 | 29.4 | 33.3 | -1   | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:08:00 | 30.4 | 29.4 | 33.3 | -1   | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:10:00 | 30.4 | 29.5 | 33.3 | -0.9 | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:12:00 | 30.4 | 29.5 | 33.3 | -0.9 | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:14:00 | 30.3 | 29.4 | 33.2 | -0.9 | 2.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>13:16:00 | 30.2 | 29.4 | 33.1 | -0.8 | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:18:00 | 30.1 | 29.4 | 33.0 | -0.7 | 2.9 |
| 03.09.2023<br>13:20:00 | 30.1 | 29.3 | 32.8 | -0.8 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>13:22:00 | 30.0 | 29.3 | 32.7 | -0.7 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>13:24:00 | 30.0 | 29.2 | 32.6 | -0.8 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>13:26:00 | 30.0 | 29.2 | 32.5 | -0.8 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:28:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:30:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:32:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:34:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:36:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:38:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:40:00 | 29.9 | 29.2 | 32.3 | -0.7 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>13:42:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:44:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:46:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:48:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:50:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:52:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:54:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:56:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>13:58:00 | 29.9 | 29.3 | 32.4 | -0.6 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>14:00:00 | 29.9 | 29.3 | 32.4 | -0.6 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>14:02:00 | 29.9 | 29.2 | 32.4 | -0.7 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>14:04:00 | 29.8 | 29.2 | 32.3 | -0.6 | 2.5 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>14:06:00 | 29.8 | 29.2 | 32.3 | -0.6 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>14:08:00 | 29.8 | 29.2 | 32.2 | -0.6 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:10:00 | 29.8 | 29.2 | 32.1 | -0.6 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:12:00 | 29.8 | 29.1 | 32.1 | -0.7 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:14:00 | 29.8 | 29.1 | 32.1 | -0.7 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:16:00 | 29.7 | 29.1 | 32.1 | -0.6 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:18:00 | 29.7 | 29.1 | 32.1 | -0.6 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:20:00 | 29.7 | 29.1 | 32.1 | -0.6 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:22:00 | 29.7 | 29.1 | 32.1 | -0.6 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:24:00 | 29.7 | 29.1 | 32.0 | -0.6 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:26:00 | 29.6 | 29.1 | 32.0 | -0.5 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:28:00 | 29.6 | 29.1 | 32.0 | -0.5 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:30:00 | 29.6 | 29.1 | 32.0 | -0.5 | 2.4 |
| 03.09.2023<br>14:32:00 | 29.6 | 29.1 | 31.9 | -0.5 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:34:00 | 29.5 | 29.0 | 31.8 | -0.5 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:36:00 | 29.4 | 29.0 | 31.7 | -0.4 | 2.3 |
| 03.09.2023<br>14:38:00 | 29.4 | 29.0 | 31.6 | -0.4 | 2.2 |
| 03.09.2023<br>14:40:00 | 29.3 | 28.9 | 31.4 | -0.4 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>14:42:00 | 29.3 | 28.9 | 31.4 | -0.4 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>14:44:00 | 29.3 | 28.9 | 31.3 | -0.4 | 2   |
| 03.09.2023<br>14:46:00 | 29.2 | 28.9 | 31.2 | -0.3 | 2   |
| 03.09.2023<br>14:48:00 | 29.2 | 28.9 | 31.2 | -0.3 | 2   |
| 03.09.2023<br>14:50:00 | 29.2 | 28.9 | 31.1 | -0.3 | 1.9 |
| 03.09.2023<br>14:52:00 | 29.1 | 28.8 | 31.2 | -0.3 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>14:54:00 | 29.1 | 28.8 | 31.2 | -0.3 | 2.1 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>14:56:00 | 29.1 | 28.8 | 31.2 | -0.3 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>14:58:00 | 29.1 | 28.9 | 31.3 | -0.2 | 2.2 |
| 03.09.2023<br>15:00:00 | 29.2 | 28.9 | 31.7 | -0.3 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:02:00 | 29.2 | 28.9 | 31.9 | -0.3 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>15:04:00 | 29.2 | 28.9 | 31.9 | -0.3 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>15:06:00 | 29.2 | 28.9 | 31.9 | -0.3 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>15:08:00 | 29.1 | 28.9 | 31.8 | -0.2 | 2.7 |
| 03.09.2023<br>15:10:00 | 29.1 | 28.9 | 31.6 | -0.2 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:12:00 | 29.1 | 28.9 | 31.6 | -0.2 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:14:00 | 29.0 | 28.9 | 31.6 | -0.1 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>15:16:00 | 29.0 | 28.9 | 31.6 | -0.1 | 2.6 |
| 03.09.2023<br>15:18:00 | 28.9 | 28.8 | 31.4 | -0.1 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:20:00 | 28.9 | 28.8 | 31.4 | -0.1 | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:22:00 | 28.9 | 29.0 | 31.4 | 0.1  | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:24:00 | 28.9 | 29.2 | 31.4 | 0.3  | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:26:00 | 28.9 | 29.3 | 31.4 | 0.4  | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:28:00 | 28.9 | 29.2 | 31.3 | 0.3  | 2.4 |
| 03.09.2023<br>15:30:00 | 28.9 | 29.2 | 31.3 | 0.3  | 2.4 |
| 03.09.2023<br>15:32:00 | 28.9 | 29.1 | 31.2 | 0.2  | 2.3 |
| 03.09.2023<br>15:34:00 | 28.9 | 29.0 | 31.1 | 0.1  | 2.2 |
| 03.09.2023<br>15:36:00 | 28.9 | 29.0 | 31.2 | 0.1  | 2.3 |
| 03.09.2023<br>15:38:00 | 28.9 | 29.0 | 31.4 | 0.1  | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:40:00 | 28.9 | 29.0 | 31.5 | 0.1  | 2.6 |
| 03.09.2023<br>15:42:00 | 28.9 | 29.0 | 31.4 | 0.1  | 2.5 |
| 03.09.2023<br>15:44:00 | 28.9 | 29.0 | 31.5 | 0.1  | 2.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>15:46:00 | 28.9 | 29.0 | 31.5 | 0.1  | 2.6 |
| 03.09.2023<br>15:48:00 | 28.8 | 29.0 | 31.5 | 0.2  | 2.7 |
| 03.09.2023<br>15:50:00 | 28.8 | 28.9 | 31.4 | 0.1  | 2.6 |
| 03.09.2023<br>15:52:00 | 28.8 | 28.9 | 31.2 | 0.1  | 2.4 |
| 03.09.2023<br>15:54:00 | 28.8 | 28.9 | 31.1 | 0.1  | 2.3 |
| 03.09.2023<br>15:56:00 | 28.7 | 28.8 | 31.0 | 0.1  | 2.3 |
| 03.09.2023<br>15:58:00 | 28.7 | 28.8 | 30.9 | 0.1  | 2.2 |
| 03.09.2023<br>16:00:00 | 28.7 | 28.8 | 30.8 | 0.1  | 2.1 |
| 03.09.2023<br>16:02:00 | 28.6 | 28.7 | 30.6 | 0.1  | 2   |
| 03.09.2023<br>16:04:00 | 28.6 | 28.6 | 30.5 | 0    | 1.9 |
| 03.09.2023<br>16:06:00 | 28.6 | 28.6 | 30.4 | 0    | 1.8 |
| 03.09.2023<br>16:08:00 | 28.5 | 28.6 | 30.3 | 0.1  | 1.8 |
| 03.09.2023<br>16:10:00 | 28.5 | 28.5 | 30.3 | 0    | 1.8 |
| 03.09.2023<br>16:12:00 | 28.5 | 28.5 | 30.2 | 0    | 1.7 |
| 03.09.2023<br>16:14:00 | 28.5 | 28.5 | 30.2 | 0    | 1.7 |
| 03.09.2023<br>16:16:00 | 28.5 | 28.4 | 30.1 | -0.1 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:18:00 | 28.4 | 28.4 | 30.1 | 0    | 1.7 |
| 03.09.2023<br>16:20:00 | 28.4 | 28.4 | 30.0 | 0    | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:22:00 | 28.4 | 28.4 | 30.0 | 0    | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:24:00 | 28.3 | 28.4 | 29.9 | 0.1  | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:26:00 | 28.3 | 28.4 | 29.9 | 0.1  | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:28:00 | 28.3 | 28.3 | 29.9 | 0    | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:30:00 | 28.3 | 28.3 | 29.8 | 0    | 1.5 |
| 03.09.2023<br>16:32:00 | 28.2 | 28.3 | 29.8 | 0.1  | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:34:00 | 28.2 | 28.3 | 29.8 | 0.1  | 1.6 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>16:36:00 | 28.2 | 28.2 | 29.7 | 0   | 1.5 |
| 03.09.2023<br>16:38:00 | 28.2 | 28.2 | 29.7 | 0   | 1.5 |
| 03.09.2023<br>16:40:00 | 28.1 | 28.2 | 29.7 | 0.1 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:42:00 | 28.1 | 28.1 | 29.7 | 0   | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:44:00 | 28.1 | 28.1 | 29.7 | 0   | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:46:00 | 28.1 | 28.1 | 29.7 | 0   | 1.6 |
| 03.09.2023<br>16:48:00 | 28.1 | 28.1 | 29.8 | 0   | 1.7 |
| 03.09.2023<br>16:50:00 | 28.1 | 28.1 | 29.9 | 0   | 1.8 |
| 03.09.2023<br>16:52:00 | 28.1 | 28.1 | 30.0 | 0   | 1.9 |
| 03.09.2023<br>16:54:00 | 28.1 | 28.1 | 30.2 | 0   | 2.1 |
| 03.09.2023<br>16:56:00 | 28.1 | 28.2 | 30.2 | 0.1 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>16:58:00 | 28.1 | 28.2 | 30.2 | 0.1 | 2.1 |
| 03.09.2023<br>17:00:00 | 28.1 | 28.3 | 30.1 | 0.2 | 2   |
| 03.09.2023<br>17:02:00 | 28.1 | 28.3 | 30.1 | 0.2 | 2   |
| 03.09.2023<br>17:04:00 | 28.0 | 28.3 | 30.0 | 0.3 | 2   |
| 03.09.2023<br>17:06:00 | 28.0 | 28.3 | 29.9 | 0.3 | 1.9 |
| 03.09.2023<br>17:08:00 | 28.0 | 28.3 | 29.9 | 0.3 | 1.9 |
| 03.09.2023<br>17:10:00 | 28.0 | 28.3 | 29.8 | 0.3 | 1.8 |
| 03.09.2023<br>17:12:00 | 28.0 | 28.3 | 29.8 | 0.3 | 1.8 |
| 03.09.2023<br>17:14:00 | 28.0 | 28.2 | 29.7 | 0.2 | 1.7 |
| 03.09.2023<br>17:16:00 | 28.0 | 28.2 | 29.6 | 0.2 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>17:18:00 | 28.0 | 28.2 | 29.5 | 0.2 | 1.5 |
| 03.09.2023<br>17:20:00 | 27.9 | 28.1 | 29.5 | 0.2 | 1.6 |
| 03.09.2023<br>17:22:00 | 27.9 | 28.1 | 29.4 | 0.2 | 1.5 |
| 03.09.2023<br>17:24:00 | 27.9 | 28.0 | 29.4 | 0.1 | 1.5 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>17:26:00 | 27.9 | 28.0 | 29.3 | 0.1 | 1.4 |
| 03.09.2023<br>17:28:00 | 27.9 | 28.0 | 29.2 | 0.1 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>17:30:00 | 27.8 | 28.0 | 29.2 | 0.2 | 1.4 |
| 03.09.2023<br>17:32:00 | 27.8 | 28.0 | 29.1 | 0.2 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>17:34:00 | 27.8 | 27.9 | 29.1 | 0.1 | 1.3 |
| 03.09.2023<br>17:36:00 | 27.8 | 27.9 | 29.0 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:38:00 | 27.8 | 27.9 | 29.0 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:40:00 | 27.8 | 27.9 | 29.0 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:42:00 | 27.7 | 27.8 | 28.9 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:44:00 | 27.7 | 27.8 | 28.9 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:46:00 | 27.7 | 27.8 | 28.9 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:48:00 | 27.7 | 27.8 | 28.9 | 0.1 | 1.2 |
| 03.09.2023<br>17:50:00 | 27.7 | 27.7 | 28.8 | 0   | 1.1 |
| 03.09.2023<br>17:52:00 | 27.7 | 27.7 | 28.8 | 0   | 1.1 |
| 03.09.2023<br>17:54:00 | 27.6 | 27.7 | 28.7 | 0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>17:56:00 | 27.6 | 27.7 | 28.7 | 0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>17:58:00 | 27.6 | 27.6 | 28.7 | 0   | 1.1 |
| 03.09.2023<br>18:00:00 | 27.6 | 27.6 | 28.7 | 0   | 1.1 |
| 03.09.2023<br>18:02:00 | 27.6 | 27.6 | 28.6 | 0   | 1   |
| 03.09.2023<br>18:04:00 | 27.6 | 27.6 | 28.6 | 0   | 1   |
| 03.09.2023<br>18:06:00 | 27.5 | 27.6 | 28.6 | 0.1 | 1.1 |
| 03.09.2023<br>18:08:00 | 27.5 | 27.5 | 28.5 | 0   | 1   |
| 03.09.2023<br>18:10:00 | 27.5 | 27.5 | 28.5 | 0   | 1   |
| 03.09.2023<br>18:12:00 | 27.5 | 27.5 | 28.5 | 0   | 1   |
| 03.09.2023<br>18:14:00 | 27.5 | 27.5 | 28.4 | 0   | 0.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>18:16:00 | 27.4 | 27.5 | 28.4 | 0.1  | 1   |
| 03.09.2023<br>18:18:00 | 27.4 | 27.4 | 28.4 | 0    | 1   |
| 03.09.2023<br>18:20:00 | 27.4 | 27.4 | 28.3 | 0    | 0.9 |
| 03.09.2023<br>18:22:00 | 27.4 | 27.4 | 28.3 | 0    | 0.9 |
| 03.09.2023<br>18:24:00 | 27.4 | 27.4 | 28.3 | 0    | 0.9 |
| 03.09.2023<br>18:26:00 | 27.4 | 27.4 | 28.2 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:28:00 | 27.3 | 27.3 | 28.2 | 0    | 0.9 |
| 03.09.2023<br>18:30:00 | 27.3 | 27.3 | 28.2 | 0    | 0.9 |
| 03.09.2023<br>18:32:00 | 27.3 | 27.3 | 28.1 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:34:00 | 27.3 | 27.3 | 28.1 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:36:00 | 27.3 | 27.3 | 28.0 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>18:38:00 | 27.2 | 27.2 | 28.0 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:40:00 | 27.2 | 27.2 | 28.0 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:42:00 | 27.2 | 27.2 | 28.0 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:44:00 | 27.2 | 27.2 | 28.0 | 0    | 0.8 |
| 03.09.2023<br>18:46:00 | 27.2 | 27.2 | 27.9 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>18:48:00 | 27.2 | 27.2 | 27.9 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>18:50:00 | 27.2 | 27.2 | 27.9 | 0    | 0.7 |
| 03.09.2023<br>18:52:00 | 27.2 | 27.2 | 27.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>18:54:00 | 27.2 | 27.2 | 27.8 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>18:56:00 | 27.2 | 27.1 | 27.8 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>18:58:00 | 27.2 | 27.1 | 27.8 | -0.1 | 0.6 |
| 03.09.2023<br>19:00:00 | 27.1 | 27.1 | 27.7 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>19:02:00 | 27.1 | 27.1 | 27.7 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>19:04:00 | 27.1 | 27.1 | 27.7 | 0    | 0.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>19:06:00 | 27.1 | 27.1 | 27.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:08:00 | 27.1 | 27.1 | 27.6 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:10:00 | 27.1 | 27.0 | 27.6 | -0.1 | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:12:00 | 27.0 | 27.0 | 27.6 | 0    | 0.6 |
| 03.09.2023<br>19:14:00 | 27.0 | 27.0 | 27.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:16:00 | 27.0 | 27.0 | 27.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:18:00 | 27.0 | 27.0 | 27.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:20:00 | 27.0 | 27.0 | 27.5 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:22:00 | 27.0 | 26.9 | 27.4 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:24:00 | 27.0 | 26.9 | 27.4 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:26:00 | 26.9 | 26.9 | 27.4 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:28:00 | 26.9 | 26.9 | 27.3 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:30:00 | 26.9 | 26.9 | 27.3 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:32:00 | 26.9 | 26.9 | 27.3 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:34:00 | 26.9 | 26.8 | 27.3 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:36:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:38:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:40:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:42:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:44:00 | 26.8 | 26.8 | 27.2 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:46:00 | 26.8 | 26.7 | 27.2 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:48:00 | 26.8 | 26.7 | 27.2 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:50:00 | 26.7 | 26.7 | 27.2 | 0    | 0.5 |
| 03.09.2023<br>19:52:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:54:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0    | 0.4 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 03.09.2023<br>19:56:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>19:58:00 | 26.7 | 26.7 | 27.1 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:00:00 | 26.7 | 26.6 | 27.1 | -0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:02:00 | 26.7 | 26.6 | 27.0 | -0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:04:00 | 26.6 | 26.6 | 27.0 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:06:00 | 26.6 | 26.6 | 27.0 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:08:00 | 26.6 | 26.6 | 27.0 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:10:00 | 26.6 | 26.6 | 27.0 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:12:00 | 26.6 | 26.6 | 27.0 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:14:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:16:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:18:00 | 26.6 | 26.6 | 26.9 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:20:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:22:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:24:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:26:00 | 26.5 | 26.5 | 26.9 | 0    | 0.4 |
| 03.09.2023<br>20:28:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:30:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:32:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:34:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:36:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:38:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:40:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:42:00 | 26.5 | 26.5 | 26.8 | 0    | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:44:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0    | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>20:46:00 | 26.5 | 26.5 | 26.7 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>20:48:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:50:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:52:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:54:00 | 26.4 | 26.5 | 26.7 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:56:00 | 26.4 | 26.4 | 26.7 | 0   | 0.3 |
| 03.09.2023<br>20:58:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:00:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:02:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:04:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:06:00 | 26.4 | 26.4 | 26.6 | 0   | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:08:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:10:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:12:00 | 26.3 | 26.4 | 26.6 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:14:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:16:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:18:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:20:00 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 0.1 | 0.2 |
| 03.09.2023<br>21:22:00 | 26.2 | 26.4 | 26.5 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:24:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:26:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:28:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:30:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:32:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:34:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>21:36:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:38:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:40:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:42:00 | 26.2 | 26.3 | 26.5 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:44:00 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>21:46:00 | 26.1 | 26.3 | 26.5 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>21:48:00 | 26.1 | 26.2 | 26.5 | 0.1 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>21:50:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:52:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:54:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:56:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>21:58:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:00:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:02:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:04:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:06:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:08:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:10:00 | 26.1 | 26.2 | 26.4 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:12:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:14:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:16:00 | 26.0 | 26.2 | 26.4 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:18:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:20:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:22:00 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:24:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>22:26:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:28:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:30:00 | 26.0 | 26.1 | 26.3 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:32:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:34:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:36:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:38:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:40:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:42:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:44:00 | 25.9 | 26.1 | 26.3 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>22:46:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:48:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:50:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:52:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:54:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:56:00 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>22:58:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:00:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:02:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:04:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:06:00 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:08:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:10:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:12:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:14:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 03.09.2023<br>23:16:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:18:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:20:00 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:22:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:24:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:26:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:28:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:30:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:32:00 | 25.8 | 26.0 | 26.1 | 0.2 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:34:00 | 25.8 | 25.9 | 26.1 | 0.1 | 0.3 |
| 03.09.2023<br>23:36:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:38:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:40:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:42:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:44:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:46:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:48:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:50:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:52:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:54:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:56:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 03.09.2023<br>23:58:00 | 25.7 | 25.9 | 26.1 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>00:00:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:02:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:04:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>00:06:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:08:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:10:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:12:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:14:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:16:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:18:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:20:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:22:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:24:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:26:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:28:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:30:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:32:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:34:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:36:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:38:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:40:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:42:00 | 25.7 | 25.9 | 26.0 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:44:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:46:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:48:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:50:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:52:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:54:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>00:56:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>00:58:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>01:00:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>01:02:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>01:04:00 | 25.7 | 25.8 | 26.0 | 0.1 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>01:06:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:08:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:10:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:12:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:14:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:16:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:18:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:20:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:22:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:24:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:26:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:28:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:30:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:32:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:34:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:36:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:38:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:40:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:42:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:44:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>01:46:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:48:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:50:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:52:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:54:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:56:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>01:58:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:00:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:02:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:04:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:06:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:08:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:10:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:12:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:14:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:16:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:18:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:20:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:22:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:24:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:26:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:28:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:30:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:32:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:34:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>02:36:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:38:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:40:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:42:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:44:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:46:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:48:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:50:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>02:52:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:54:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:56:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>02:58:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:00:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:02:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:04:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:06:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:08:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>03:10:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:12:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:14:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:16:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:18:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:20:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:22:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:24:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>03:26:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:28:00 | 25.7 | 25.8 | 25.9 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>03:30:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:32:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:34:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:36:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:38:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:40:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:42:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:44:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:46:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:48:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:50:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:52:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:54:00 | 25.6 | 25.8 | 25.9 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>03:56:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>03:58:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:00:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:02:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:04:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:06:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:08:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:10:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:12:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:14:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>04:16:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:18:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:20:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:22:00 | 25.6 | 25.8 | 25.8 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:24:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:26:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:28:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:30:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:32:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:34:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:36:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:38:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:40:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:42:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:44:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:46:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:48:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:50:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:52:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:54:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:56:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>04:58:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:00:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:02:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:04:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>05:06:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:08:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:10:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:12:00 | 25.6 | 25.7 | 25.8 | 0.1 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:14:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:16:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:18:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:20:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:22:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:24:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:26:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:28:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:30:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:32:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:34:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:36:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:38:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:40:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:42:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:44:00 | 25.5 | 25.7 | 25.8 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:46:00 | 25.5 | 25.7 | 25.7 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:48:00 | 25.5 | 25.7 | 25.7 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:50:00 | 25.5 | 25.7 | 25.7 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:52:00 | 25.5 | 25.7 | 25.7 | 0.2 | 0.2 |
| 04.09.2023<br>05:54:00 | 25.5 | 25.7 | 25.7 | 0.2 | 0.2 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>05:56:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>05:58:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:00:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:02:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:04:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:06:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:08:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:10:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:12:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:14:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:16:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:18:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:20:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:22:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:24:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:26:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:28:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:30:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:32:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:34:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:36:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:38:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:40:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:42:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:44:00 | 25.4 | 25.6 | 25.7 | 0.2 | 0.3 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>06:46:00 | 25.4 | 25.7 | 25.7 | 0.3 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>06:48:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>06:50:00 | 25.3 | 25.7 | 25.7 | 0.4 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>06:52:00 | 25.3 | 25.7 | 25.7 | 0.4 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>06:54:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>06:56:00 | 25.3 | 25.7 | 25.7 | 0.4 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>06:58:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:00:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:02:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:04:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:06:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:08:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:10:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:12:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:14:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:16:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:18:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:20:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:22:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:24:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:26:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:28:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:30:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:32:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:34:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>07:36:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:38:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:40:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:42:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:44:00 | 25.3 | 25.6 | 25.7 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:46:00 | 25.4 | 25.6 | 25.7 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>07:48:00 | 25.4 | 25.6 | 25.7 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>07:50:00 | 25.4 | 25.6 | 25.7 | 0.2 | 0.3 |
| 04.09.2023<br>07:52:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:54:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:56:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>07:58:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:00:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:02:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:04:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:06:00 | 25.4 | 25.7 | 25.8 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:08:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:10:00 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:12:00 | 25.4 | 25.7 | 25.8 | 0.3 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:14:00 | 25.4 | 25.6 | 25.9 | 0.2 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:16:00 | 25.4 | 25.7 | 25.9 | 0.3 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:18:00 | 25.4 | 25.7 | 25.9 | 0.3 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:20:00 | 25.5 | 25.7 | 25.9 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:22:00 | 25.5 | 25.7 | 25.9 | 0.2 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:24:00 | 25.5 | 25.7 | 26.0 | 0.2 | 0.5 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>08:26:00 | 25.5 | 25.7 | 26.0 | 0.2 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:28:00 | 25.5 | 25.7 | 26.0 | 0.2 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:30:00 | 25.5 | 25.7 | 26.0 | 0.2 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:32:00 | 25.6 | 25.7 | 26.0 | 0.1 | 0.4 |
| 04.09.2023<br>08:34:00 | 25.6 | 25.7 | 26.1 | 0.1 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:36:00 | 25.6 | 25.7 | 26.1 | 0.1 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:38:00 | 25.6 | 25.7 | 26.1 | 0.1 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:40:00 | 25.6 | 25.7 | 26.1 | 0.1 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:42:00 | 25.6 | 25.7 | 26.1 | 0.1 | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:44:00 | 25.6 | 25.7 | 26.2 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>08:46:00 | 25.7 | 25.7 | 26.2 | 0   | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:48:00 | 25.7 | 25.7 | 26.2 | 0   | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:50:00 | 25.7 | 25.7 | 26.2 | 0   | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:52:00 | 25.7 | 25.7 | 26.2 | 0   | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:54:00 | 25.7 | 25.7 | 26.2 | 0   | 0.5 |
| 04.09.2023<br>08:56:00 | 25.7 | 25.7 | 26.3 | 0   | 0.6 |
| 04.09.2023<br>08:58:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:00:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:02:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:04:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:06:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:08:00 | 25.7 | 25.8 | 26.3 | 0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:10:00 | 25.7 | 25.8 | 26.4 | 0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:12:00 | 25.8 | 25.8 | 26.4 | 0   | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:14:00 | 25.8 | 25.9 | 26.4 | 0.1 | 0.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>09:16:00 | 25.8 | 25.9 | 26.5 | 0.1  | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:18:00 | 25.9 | 25.9 | 26.5 | 0    | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:20:00 | 25.9 | 25.9 | 26.5 | 0    | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:22:00 | 25.9 | 25.9 | 26.6 | 0    | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:24:00 | 26.0 | 25.9 | 26.6 | -0.1 | 0.6 |
| 04.09.2023<br>09:26:00 | 26.0 | 26.0 | 26.7 | 0    | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:28:00 | 26.0 | 26.0 | 26.7 | 0    | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:30:00 | 26.1 | 26.0 | 26.8 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:32:00 | 26.1 | 26.0 | 26.8 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:34:00 | 26.1 | 26.0 | 26.8 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:36:00 | 26.1 | 26.0 | 26.8 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:38:00 | 26.1 | 26.0 | 26.8 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:40:00 | 26.1 | 26.1 | 26.8 | 0    | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:42:00 | 26.1 | 26.1 | 26.8 | 0    | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:44:00 | 26.1 | 26.1 | 26.9 | 0    | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:46:00 | 26.1 | 26.1 | 26.9 | 0    | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:48:00 | 26.1 | 26.1 | 26.9 | 0    | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:50:00 | 26.1 | 26.1 | 26.9 | 0    | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:52:00 | 26.1 | 26.1 | 26.9 | 0    | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:54:00 | 26.2 | 26.1 | 26.9 | -0.1 | 0.7 |
| 04.09.2023<br>09:56:00 | 26.2 | 26.1 | 27.0 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>09:58:00 | 26.2 | 26.1 | 27.0 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:00:00 | 26.2 | 26.1 | 27.0 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:02:00 | 26.2 | 26.1 | 27.1 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:04:00 | 26.2 | 26.1 | 27.1 | -0.1 | 0.9 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>10:06:00 | 26.3 | 26.2 | 27.1 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:08:00 | 26.3 | 26.2 | 27.1 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:10:00 | 26.3 | 26.2 | 27.1 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:12:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:14:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:16:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:18:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:20:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:22:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:24:00 | 26.3 | 26.2 | 27.2 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:26:00 | 26.4 | 26.2 | 27.2 | -0.2 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:28:00 | 26.4 | 26.3 | 27.2 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:30:00 | 26.4 | 26.3 | 27.2 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:32:00 | 26.4 | 26.3 | 27.2 | -0.1 | 0.8 |
| 04.09.2023<br>10:34:00 | 26.4 | 26.3 | 27.3 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:36:00 | 26.4 | 26.3 | 27.3 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:38:00 | 26.5 | 26.3 | 27.4 | -0.2 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:40:00 | 26.5 | 26.3 | 27.4 | -0.2 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:42:00 | 26.5 | 26.4 | 27.4 | -0.1 | 0.9 |
| 04.09.2023<br>10:44:00 | 26.5 | 26.4 | 27.5 | -0.1 | 1   |
| 04.09.2023<br>10:46:00 | 26.5 | 26.4 | 27.6 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>10:48:00 | 26.5 | 26.4 | 27.6 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>10:50:00 | 26.5 | 26.4 | 27.6 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>10:52:00 | 26.5 | 26.4 | 27.6 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>10:54:00 | 26.6 | 26.4 | 27.6 | -0.2 | 1   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>10:56:00 | 26.6 | 26.5 | 27.7 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>10:58:00 | 26.6 | 26.5 | 27.7 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:00:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:02:00 | 26.7 | 26.5 | 27.8 | -0.2 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:04:00 | 26.7 | 26.5 | 27.8 | -0.2 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:06:00 | 26.7 | 26.5 | 27.8 | -0.2 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:08:00 | 26.7 | 26.5 | 27.8 | -0.2 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:10:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:12:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:14:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:16:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:18:00 | 26.6 | 26.5 | 27.7 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:20:00 | 26.6 | 26.5 | 27.7 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:22:00 | 26.6 | 26.5 | 27.7 | -0.1 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:24:00 | 26.6 | 26.5 | 27.8 | -0.1 | 1.2 |
| 04.09.2023<br>11:26:00 | 26.7 | 26.5 | 27.8 | -0.2 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:28:00 | 26.8 | 26.5 | 27.9 | -0.3 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:30:00 | 26.9 | 26.6 | 28.0 | -0.3 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:32:00 | 27.0 | 26.6 | 28.1 | -0.4 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:34:00 | 27.2 | 26.7 | 28.3 | -0.5 | 1.1 |
| 04.09.2023<br>11:36:00 | 27.2 | 26.7 | 28.5 | -0.5 | 1.3 |
| 04.09.2023<br>11:38:00 | 27.2 | 26.7 | 28.5 | -0.5 | 1.3 |
| 04.09.2023<br>11:40:00 | 27.1 | 26.8 | 28.5 | -0.3 | 1.4 |
| 04.09.2023<br>11:42:00 | 27.1 | 26.8 | 28.5 | -0.3 | 1.4 |
| 04.09.2023<br>11:44:00 | 27.1 | 26.8 | 28.5 | -0.3 | 1.4 |

|                        |      |      |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| 04.09.2023<br>11:46:00 | 27.0 | 26.7 | 28.5 | -0.3 | 1.5  |
| 04.09.2023<br>11:48:00 | 27.0 | 26.7 | 28.4 | -0.3 | 1.4  |
| 04.09.2023<br>11:50:00 | 26.9 | 26.7 | 28.3 | -0.2 | 1.4  |
| 04.09.2023<br>11:52:00 | 26.9 | 26.7 | 28.2 | -0.2 | 1.3  |
| 04.09.2023<br>11:54:00 | 27.0 | 26.7 | 28.2 | -0.3 | 1.2  |
| 04.09.2023<br>11:56:00 | 27.5 | 26.7 | 28.2 | -0.8 | 0.7  |
| 04.09.2023<br>11:58:00 | 28.0 | 26.7 | 28.3 | -1.3 | 0.3  |
| 04.09.2023<br>12:00:00 | 29.3 | 26.8 | 28.6 | -2.5 | -0.7 |
| 04.09.2023<br>12:02:00 | 29.2 | 26.9 | 28.8 | -2.3 | -0.4 |
| 04.09.2023<br>12:04:00 | 28.9 | 26.9 | 28.9 | -2   | 0    |
| 04.09.2023<br>12:06:00 | 28.5 | 26.9 | 28.9 | -1.6 | 0.4  |
| 04.09.2023<br>12:08:00 | 28.2 | 26.9 | 28.9 | -1.3 | 0.7  |
| 04.09.2023<br>12:10:00 | 28.0 | 26.9 | 28.9 | -1.1 | 0.9  |
| 04.09.2023<br>12:12:00 | 27.8 | 26.9 | 28.8 | -0.9 | 1    |
| 04.09.2023<br>12:14:00 | 27.9 | 26.9 | 28.8 | -1   | 0.9  |
| 04.09.2023<br>12:16:00 | 28.1 | 27.0 | 28.9 | -1.1 | 0.8  |
| 04.09.2023<br>12:18:00 | 28.5 | 27.0 | 28.9 | -1.5 | 0.4  |
| 04.09.2023<br>12:20:00 | 28.4 | 27.0 | 29.1 | -1.4 | 0.7  |
| 04.09.2023<br>12:22:00 | 28.2 | 27.1 | 29.1 | -1.1 | 0.9  |
| 04.09.2023<br>12:24:00 | 28.2 | 27.1 | 29.2 | -1.1 | 1    |
| 04.09.2023<br>12:26:00 | 28.1 | 27.1 | 29.2 | -1   | 1.1  |
| 04.09.2023<br>12:28:00 | 28.0 | 27.1 | 29.3 | -0.9 | 1.3  |
| 04.09.2023<br>12:30:00 | 28.0 | 27.2 | 29.3 | -0.8 | 1.3  |
| 04.09.2023<br>12:32:00 | 28.1 | 27.2 | 29.5 | -0.9 | 1.4  |
| 04.09.2023<br>12:34:00 | 28.1 | 27.2 | 29.6 | -0.9 | 1.5  |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>12:36:00 | 28.1 | 27.3 | 29.8 | -0.8 | 1.7 |
| 04.09.2023<br>12:38:00 | 28.2 | 27.3 | 29.8 | -0.9 | 1.6 |
| 04.09.2023<br>12:40:00 | 28.2 | 27.4 | 29.9 | -0.8 | 1.7 |
| 04.09.2023<br>12:42:00 | 28.2 | 27.4 | 29.9 | -0.8 | 1.7 |
| 04.09.2023<br>12:44:00 | 28.2 | 27.4 | 30.1 | -0.8 | 1.9 |
| 04.09.2023<br>12:46:00 | 28.2 | 27.5 | 30.2 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>12:48:00 | 28.3 | 27.5 | 30.4 | -0.8 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>12:50:00 | 28.3 | 27.6 | 30.5 | -0.7 | 2.2 |
| 04.09.2023<br>12:52:00 | 28.4 | 27.7 | 30.7 | -0.7 | 2.3 |
| 04.09.2023<br>12:54:00 | 28.4 | 27.7 | 30.8 | -0.7 | 2.4 |
| 04.09.2023<br>12:56:00 | 28.5 | 27.8 | 30.9 | -0.7 | 2.4 |
| 04.09.2023<br>12:58:00 | 28.5 | 27.8 | 31.0 | -0.7 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:00:00 | 28.6 | 27.9 | 31.1 | -0.7 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:02:00 | 28.6 | 27.9 | 31.2 | -0.7 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:04:00 | 28.7 | 28.0 | 31.3 | -0.7 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:06:00 | 28.8 | 28.0 | 31.4 | -0.8 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:08:00 | 28.8 | 28.0 | 31.5 | -0.8 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:10:00 | 28.8 | 28.1 | 31.5 | -0.7 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:12:00 | 28.9 | 28.1 | 31.6 | -0.8 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:14:00 | 28.9 | 28.2 | 31.6 | -0.7 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:16:00 | 28.9 | 28.2 | 31.7 | -0.7 | 2.8 |
| 04.09.2023<br>13:18:00 | 29.0 | 28.2 | 31.7 | -0.8 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:20:00 | 29.0 | 28.3 | 31.8 | -0.7 | 2.8 |
| 04.09.2023<br>13:22:00 | 29.1 | 28.3 | 31.8 | -0.8 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:24:00 | 29.1 | 28.3 | 31.9 | -0.8 | 2.8 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>13:26:00 | 29.1 | 28.4 | 31.8 | -0.7 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:28:00 | 29.0 | 28.3 | 31.7 | -0.7 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:30:00 | 29.0 | 28.4 | 31.7 | -0.6 | 2.7 |
| 04.09.2023<br>13:32:00 | 29.0 | 28.4 | 31.6 | -0.6 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:34:00 | 29.1 | 28.4 | 31.6 | -0.7 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:36:00 | 29.1 | 28.4 | 31.7 | -0.7 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:38:00 | 29.1 | 28.4 | 31.7 | -0.7 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>13:40:00 | 29.2 | 28.4 | 31.7 | -0.8 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:42:00 | 29.2 | 28.5 | 31.7 | -0.7 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:44:00 | 29.2 | 28.4 | 31.7 | -0.8 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:46:00 | 29.2 | 28.4 | 31.7 | -0.8 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:48:00 | 29.1 | 28.4 | 31.6 | -0.7 | 2.5 |
| 04.09.2023<br>13:50:00 | 29.1 | 28.4 | 31.5 | -0.7 | 2.4 |
| 04.09.2023<br>13:52:00 | 29.0 | 28.4 | 31.4 | -0.6 | 2.4 |
| 04.09.2023<br>13:54:00 | 29.0 | 28.4 | 31.3 | -0.6 | 2.3 |
| 04.09.2023<br>13:56:00 | 28.9 | 28.3 | 31.2 | -0.6 | 2.3 |
| 04.09.2023<br>13:58:00 | 28.9 | 28.3 | 31.0 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:00:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:02:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:04:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:06:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:08:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:10:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:12:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |
| 04.09.2023<br>14:14:00 | 28.9 | 28.2 | 30.9 | -0.7 | 2   |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>14:16:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:18:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:20:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:22:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:24:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:26:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:28:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:30:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:32:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:34:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:36:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:38:00 | 28.8 | 28.2 | 30.9 | -0.6 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:40:00 | 28.7 | 28.2 | 30.8 | -0.5 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:42:00 | 28.7 | 28.2 | 30.8 | -0.5 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:44:00 | 28.7 | 28.2 | 30.8 | -0.5 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:46:00 | 28.6 | 28.2 | 30.7 | -0.4 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:48:00 | 28.6 | 28.2 | 30.7 | -0.4 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:50:00 | 28.6 | 28.2 | 30.7 | -0.4 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:52:00 | 28.5 | 28.1 | 30.6 | -0.4 | 2.1 |
| 04.09.2023<br>14:54:00 | 28.5 | 28.1 | 30.7 | -0.4 | 2.2 |
| 04.09.2023<br>14:56:00 | 28.5 | 28.1 | 30.8 | -0.4 | 2.3 |
| 04.09.2023<br>14:58:00 | 28.5 | 28.1 | 30.9 | -0.4 | 2.4 |
| 04.09.2023<br>15:00:00 | 28.6 | 28.1 | 31.2 | -0.5 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>15:02:00 | 28.6 | 28.2 | 31.2 | -0.4 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>15:04:00 | 28.5 | 28.2 | 31.1 | -0.3 | 2.6 |

|                        |      |      |      |      |     |
|------------------------|------|------|------|------|-----|
| 04.09.2023<br>15:06:00 | 28.5 | 28.2 | 31.1 | -0.3 | 2.6 |
| 04.09.2023<br>15:08:00 | 28.5 | 28.2 | 31.3 | -0.3 | 2.8 |
| 04.09.2023<br>15:10:00 | 28.4 | 28.2 | 31.3 | -0.2 | 2.9 |
| 04.09.2023<br>15:12:00 | 28.4 | 28.3 | 31.2 | -0.1 | 2.8 |
| 04.09.2023<br>15:14:00 | 28.4 | 28.3 | 31.3 | -0.1 | 2.9 |
| 04.09.2023<br>15:16:00 | 28.4 | 28.4 | 31.6 | 0    | 3.2 |
| 04.09.2023<br>15:18:00 | 28.4 | 28.6 | 32.0 | 0.2  | 3.6 |
| 04.09.2023<br>15:20:00 | 28.4 | 28.9 | 32.3 | 0.5  | 3.9 |
| 04.09.2023<br>15:22:00 | 28.4 | 29.1 | 32.3 | 0.7  | 3.9 |
| 04.09.2023<br>15:24:00 | 28.4 | 29.2 | 32.3 | 0.8  | 3.9 |
| 04.09.2023<br>15:26:00 | 28.4 | 29.1 | 32.1 | 0.7  | 3.7 |
| 04.09.2023<br>15:28:00 | 28.4 | 29.0 | 32.0 | 0.6  | 3.6 |
| 04.09.2023<br>15:30:00 | 28.4 | 28.9 | 31.7 | 0.5  | 3.3 |
| 04.09.2023<br>15:32:00 | 28.4 | 28.9 | 31.6 | 0.5  | 3.2 |
| 04.09.2023<br>15:34:00 | 28.3 | 28.8 | 31.4 | 0.5  | 3.1 |
| 04.09.2023<br>15:36:00 | 28.3 | 28.7 | 31.4 | 0.4  | 3.1 |
| 04.09.2023<br>15:38:00 | 28.3 | 28.7 | 31.4 | 0.4  | 3.1 |
| 04.09.2023<br>15:40:00 | 28.3 | 28.7 | 31.6 | 0.4  | 3.3 |
| 04.09.2023<br>15:42:00 | 28.3 | 28.9 | 31.6 | 0.6  | 3.3 |
| 04.09.2023<br>15:44:00 | 28.3 | 29.0 | 31.7 | 0.7  | 3.4 |
| 04.09.2023<br>15:46:00 | 28.3 | 29.2 | 31.9 | 0.9  | 3.6 |
| 04.09.2023<br>15:48:00 | 28.3 | 29.3 | 32.3 | 1    | 4   |
| 04.09.2023<br>15:50:00 | 28.3 | 29.4 | 32.5 | 1.1  | 4.2 |
| 04.09.2023<br>15:52:00 | 28.3 | 29.6 | 32.5 | 1.3  | 4.2 |
| 04.09.2023<br>15:54:00 | 28.3 | 30.0 | 32.4 | 1.7  | 4.1 |

|                        |      |      |      |     |     |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| 04.09.2023<br>15:56:00 | 28.3 | 30.1 | 32.3 | 1.8 | 4   |
| 04.09.2023<br>15:58:00 | 28.3 | 30.0 | 32.0 | 1.7 | 3.7 |
| 04.09.2023<br>16:00:00 | 28.3 | 29.9 | 31.8 | 1.6 | 3.5 |
| 04.09.2023<br>16:02:00 | 28.3 | 29.7 | 31.6 | 1.4 | 3.3 |

