



**MİMARİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI  
AÇISINDAN YAPILARDA CORTEN ÇELİK  
KULLANIMI: TROYA MÜZESİ ÖRNEĞİ**

**Makbule YÜZER**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI AÇISINDAN YAPILARDA  
CORTEN ÇELİK KULLANIMI: TROYA MÜZESİ ÖRNEĞİ**

Makbule YÜZER  
0000-0002-9020-7974

Doç. Dr. Rengin BECEREN ÖZTÜRK  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI

BURSA – 2022  
Her Hakkı Saklıdır

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİMARİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI AÇISINDAN YAPILARDA CORTEN ÇELİK KULLANIMI: TROYA MÜZESİ ÖRNEĞİ

**Makbule YÜZER**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yapı Bilgisi Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Rengin BECEREN ÖZTÜRK

Yapıların tasarımından başlayarak, üretilip, ayakta tutulup ve yaşam sürecini tamamladıktan sonra ortadan kaldırılmasına kadar geçen süreçte en önemli öğelerden biri yapı malzemeleridir. Tasarımcı, uygulamacı, üretici ve kullanıcı yapılan yapıyı daha iyi ayakta tutup istedikleri kalite ve ekonomide olması için sürekli yeni arayışlar içindedir. Günümüzde bu arayış kriterlerine sürdürülebilirlikte önemli ölçüde eklenmiştir. Bu arayışlar farklı malzemelerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada da Cor-Ten çeliğin fiziksel ve kimyasal özellikleri, avantajları ve dezavantajları, malzemenin mimaride kullanımı ve sürdürülebilir olup olmadığı araştırılmıştır.

Dünyada teknolojinin gelişimine paralel olarak mimari alanda corten çelik kullanımı hızla artmaktadır. Bu çalışmada da amaç, corten çeliğin kullanımında yoğun bir tüketim gerçekleşmeden malzemenin sürdürülebilirlik açısından incelenmesi, malzemenin sürdürülebilirlik açısından avantaj ve dezavantajlarının ortaya konulmasında faydalı olunmasıdır.

Bu çalışmada sürdürülebilirliğin tanımı, önemi ve tarihsel gelişiminin yanı sıra sürdürülebilir mimari ve sürdürülebilir yapı malzemesinin kriterlerinin neler olduğu araştırılmıştır. Daha sonra tezin konusu olan corten çelik malzemenin tarihsel gelişimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri var olan dezavantajlarını ortadan kaldırmak için yapılan gelişmeler ve mimaride nasıl kullanıldığı ile ilgili dünyadan ve Türkiye’den örnekler irdelenmiştir. Çalışma alanı olarak; Çanakkale ili, Merkez İlçesi’ne bağlı Tefikiye Köyü sınırlarında bulunan ve UNESCO’nun 1998 yılında Dünya Kültür Mirası Listesi’ne aldığı Troya Antik Kenti girişinde yer alan Troya Müzesi’nde corten çelik malzeme kullanımının sürdürülebilirliğin ekonomik ve çevresel kriterleri doğrultusunda değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Corten çelik, ayrışma çeliği, paslandırılmış çelik, sürdürülebilirlik  
**2022, xiii + 117 sayfa.**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

**THE USE OF CORTEN STEEL IN BUILDINGS IN TERMS OF ARCHITECTURAL  
SUSTAINABILITY: TROYA MUSEUM AS A CASE**

**Makbule YÜZER**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Construction Technology

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Rengin BECEREN OZTURK

Building materials are one of the most important elements in the process from the design of the buildings to their production, maintenance and elimination after completing the life process. The designer, implementer, manufacturer and user are constantly in search of new ones to keep the structure better and to have the quality and economy they want. Today, sustainability is added to this search criteria. These searches lead to the emergence of different materials. In this study, considering the physical and chemical properties, advantages and disadvantages of Cor-Ten steel, it was investigated whether the material is an ideal material for use in architecture and whether it is sustainable.

In parallel with the development of technology in the world, the use of corten steel in the architectural field is increasing rapidly. In this study, the aim is to examine the material in terms of sustainability without intensive consumption in the use of corten steel, and to be useful in revealing the advantages and disadvantages of the material in terms of sustainability.

In this study, besides the definition, importance and historical development of sustainability, the criteria of sustainable architecture and sustainable building materials were investigated. Then, the historical development of corten steel material, which is the subject of the thesis, the developments made to eliminate its physical and chemical properties and how it is used in architecture, examples from the world and Turkey are examined. As a working area; The use of corten steel material has been evaluated in line with the economic and environmental criteria of sustainability in the Troy Museum, located within the borders of Tevfikiye Village of the Merkez District of Çanakkale province and at the entrance of the Ancient City of Troy, which was included in the World Cultural Heritage List by UNESCO in 1998.

**Key words:** Corten steel, weathering steel, rusted steel, sustainability.  
**2022, xiii + 117 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimize başladığım ilk günden bu yana her aşamada yanımda olan, motive eden, sahip olduğu değerli bilgi ve birikimini aktarıp tezimin tamamlanmasında en büyük katkı ve desteği sağlayan danışmanım Sayın Doç. Dr. Rengin BECEREN ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansımı tamamlamam konusunda beni cesaretlendiren ve motivasyonunu esirgemeyen değerli çalışma arkadaşım Edebiyat Öğretmeni Cansu ALTINTAŐ' a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, bana olan inançları ile üstesinden gelemeyeceğim zorluk olmadığımı gösteren, her daim manevi destekçim olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Makbule YÜZER  
20/06/2022

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.2. Çalışmanın Yöntemi.....	3
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarideki Önemi.....	4
2.2. Sürdürülebilirlik ve Malzeme.....	14
2.3. Sürdürülebilir Yapı Malzemesi Olarak Corten Çelik.....	16
2.3.1. Corten çelik avantaj ve dezavantajları.....	26
2.3.2. Corten çeliğin özellikleri.....	29
2.4 Corten Çeliğin Mimarlıkta Kullanım Alanları.....	39
2.4.1 Corten çeliğin dış cephelerde kullanımı.....	39
2.4.2 Corten çeliğin taşıyıcı sistemlerde kullanımı.....	54
2.4.3 Corten çeliğin dekoratif amaçlı kullanımı.....	58
2.5 Corten Çelik Malzemenin Sürdürülebilirliği.....	65
2.5.1 Corten çeliğin ekonomik açıdan sürdürülebilirliği.....	68
2.5.2 Corten çeliğin çevresel açıdan sürdürülebilirliği.....	73
2.6 Bölüm Sonucu.....	74
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	77
3.1 Troya Müzesinin Seçilme Nedenleri.....	77
3.2 Troya Müzesi Genel Özellikleri.....	78
3.3 Troya Müzesinde Corten Çelik Malzeme Kullanımı.....	84
3.4 Troya Müzesinde Corten Çelik Kullanımının Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik Kriterleriyle Değerlendirilmesi.....	89
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	91
5. SONUÇ.....	94
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	104

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
Al	Alüminyum
C	Karbon
Cr	Krom
Cu	Bakır
Mn	Manganez
Ni	Nikel
P	Fosfor
S	Kükürt
Si	Silisyum
V	Vanadyum

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASTM	Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu
EN	Avrupa Standartları
G7	Grup Yedi Ülkeleri
LEED	Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2. 1. Yıllara göre sürdürülebilirlik boyutlarındaki değişim .....	5
Şekil 2. 2. Sürdürülebilir kalkınmanın boyutları.....	5
Şekil 2. 3. Sürdürülebilir yapının kavram modeli.....	12
Şekil 2. 4. Sürdürülebilir yapının kavram modeli.....	12
Şekil 2. 5. Sürdürülebilir yapıların malzeme ölçütünde yaşam döngüsü.....	14
Şekil 2. 6. Sürdürülebilir yapı malzemesi içerikleri.....	15
Şekil 2. 7. Corten çelik ve Normal Karbon çelik Oksitlenme karşılaştırılması ....	17
Şekil 2. 8. Amagasaki konumu .....	18
Şekil 2. 9. Endüstri Bölgesinde Corten Çelik ve Normal Çelik Karşılaştırılması	18
Şekil 2. 10. Ashizuri-misaki konumu .....	19
Şekil 2. 11. Kıyı Bölgesinde Corten Çelik ve Normal Çelik Karşılaştırılması.....	19
Şekil 2. 12. Vagon.....	20
Şekil 2. 13. Picasso Heykeli .....	20
Şekil 2. 14. Kırık Dikilitaş .....	21
Şekil 2. 15. Raccon River Köprüsü .....	21
Şekil 2. 16. New River Gorge Köprüsü .....	22
Şekil 2. 17. John Deere Dünya Genel Merkezi .....	22
Şekil 2. 18. Chicago Civic Center Binası.....	22
Şekil 2. 19. Corten çeliğin farklı alanlarda kullanım şeması .....	23
Şekil 2. 20. Corten çelik pazarının Dünya üzerindeki dağılımı .....	24
Şekil 2. 21. Corten çeliği plazma, lazer kesim ve bükme aracı .....	25
Şekil 2. 22. The Guggenheim Hermitage Müzesi .....	29
Şekil 2. 23. W Hotel (Teksas) Solanum çelik kullanımı.....	29
Şekil 2. 24. Corten çeliğin farklı iklim koşullarında korozyona uğraması .....	32
Şekil 2. 25. Corten çeliğin zaman içindeki renk değişimi.....	33
Şekil 2. 26. Hokkaido Centennial Memorial Tower 1969-2021 yılları arasındaki renk değişimi.....	33
Şekil 2. 27. Univ. Okayama Pref. Alumni House .....	34
Şekil 2. 28. Kanno Museum Of Art .....	34
Şekil 2. 29. Iron House Tokyo .....	34
Şekil 2. 30. N Corporation Tokyo .....	35
Şekil 2. 31. Boyanmış corten çelik ve normal karbonlu çelik karşılaştırılması.....	35
Şekil 2. 32. Korozyona karşı corten çelik ve normal karbon çeliğin gösterdiği tepki.....	36
Şekil 2. 33. Corten çeliğin yaşam döngüsü .....	65
Şekil 2. 34. Corten çeliğin yaşam döngüsü .....	66
Şekil 2. 35. Corten çeliğin yaşam döngüsünün evreleri.....	67
Şekil 2. 36. Corten çeliğin maliyet sınıflandırılması.....	69
Şekil 2. 37. Boyanmış karbon çelik ve corten çelik karşılaştırılması .....	71
Şekil 3. 1. Troya Müzesinin Türkiye'deki konumu .....	78
Şekil 3. 2. Troya Müzesi konumu .....	78
Şekil 3. 3. Troya Müzesinin çevresiyle görünümü .....	79
Şekil 3. 4. Troya Müzesi katları .....	79
Şekil 3. 5. Troya Müzesinin rampa girişi .....	80
Şekil 3. 6. Troya Müzesi zemin kat girişi .....	80
Şekil 3. 7. Troya Müzesi zemin kat planı .....	81

Şekil 3. 8.	Troya Müzesi zemin, birinci, ikinci ve üçüncü kat planları .....	81
Şekil 3. 9.	Troya Müzesi kesiti .....	82
Şekil 3. 10.	Troya Müzesi yapı detayı .....	82
Şekil 3. 11.	Troya Müzesi iç mekân görselleri .....	83
Şekil 3. 12.	Troya Müzesi corten çelik paneller arası boşluklar .....	84
Şekil 3. 13.	Troya Müzesinde doğal ışık kullanımı .....	84
Şekil 3. 14.	Troya Müzesi şantiye süreci .....	85
Şekil 3. 15.	Troya Müzesinin tarlalar arasındaki görünümü .....	85
Şekil 3. 16.	Troya Müzesinin gündüz-gece görüntüleri .....	86
Şekil 3. 17.	Troya Müzesi corten çelik panel kullanımı .....	86
Şekil 3. 18.	Troya Müzesi denize konmu .....	87
Şekil 3. 19.	Çanakkale'nin yıllık yağış ve sıcaklık grafiği .....	88
Şekil 3. 20.	Troya Müzesi vaziyet planı .....	88
Şekil 3. 21.	Corten çeliğin sürdürülebilirliğin çevresel ve ekonomik boyutu anahtar göstergeler .....	92



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2. 1. Sürdürülebilirlik kavramının gelişimi.....	9
Çizelge 2. 1. Sürdürülebilirlik kavramının gelişimi (devamı) .....	10
Çizelge 2. 2. Corten çelik bileşenleri. ....	17
Çizelge 2. 3. Soğuk ve sıcak haddelenmiş corten çelik karşılaştırılması.....	25
Çizelge 2. 4. Corten çelik ve Solanum çelik karşılaştırılması.....	28
Çizelge 2. 5. Elementlerin corten çeliğe kazandırdığı özellikler .....	30
Çizelge 2. 6. Corten çelik çeşitlerinin mekanik özellikleri .....	31
Çizelge 2. 7. Atmosfer türüne uygun verilmesi gereken pas payı .....	32
Çizelge 2. 8. Corten çeliğin termal katsayısı ve ısı dayanımı .....	37
Çizelge 2. 9. Brückenpark Müngsten Ziyaretçi Merkezi .....	40
Çizelge 2. 10. Dovecote Studio.....	41
Çizelge 2. 11. Nanning Garden Expo Park .....	42
Çizelge 2. 12. Ferrum 1 Ofis Binası.....	43
Çizelge 2. 13. Raif Dinçkök Kültür Merkezi .....	44
Çizelge 2. 14. Prof. Dr. Fuat Sezgin Halk Kütüphanesi .....	45
Çizelge 2. 15. F35 Evi.....	46
Çizelge 2. 16. Corten Evi .....	47
Çizelge 2. 17. Steel Bant .....	48
Çizelge 2. 18. Albanueva Evi.....	49
Çizelge 2. 19. Fukura Liman Yapısı .....	50
Çizelge 2. 20. Trail Tuvaleti .....	51
Çizelge 2. 21. Ötzi Peak Gözetleme Kulesi .....	52
Çizelge 2. 22. Pri Reis Üniversitesi .....	53
Çizelge 2. 23. Marks Kulesi.....	54
Çizelge 2. 24. Helfstyn Kalesi Saray Rekonstrüksiyonu .....	55
Çizelge 2. 25. Arizona Avlu Evi .....	56
Çizelge 2. 26. Sant Pere Sacarrera Yaya Köprüsü .....	57
Çizelge 2. 27. Pizzeria Casuale .....	58
Çizelge 2. 28. Kule 1, 420 Konut Binası .....	59
Çizelge 2. 29. Arma Dönüşüm Projesi.....	60
Çizelge 2. 30. Slovakya Şehir Mezarlığı.....	61
Çizelge 2. 31. Anıt Merkezi .....	62
Çizelge 2. 32. Watergarden Alışveriş Merkezi .....	63
Çizelge 2. 33. Corten çeliğin dekoratif kullanım örnekleri.....	64
Çizelge 2. 34. Corten çelik yaşam döngüsü evrelerinde gerekli enerji.....	67
Çizelge 2. 35. Metallerin bakım maliyetlerinin karşılaştırılması.....	70
Çizelge 2. 36. Corten çeliğin sürdürülebilirlik kriterleri.....	75
Çizelge 2. 37. Corten çelik ve normal karbon çeliğin sürdürülebilirlik karşılaştırılması .....	76
Çizelge 3. 1. Troya Müzesinin sürdürülebilirlik kriterlerince değerlendirilmesi....	90

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle farklılaşan malzeme, uygulama yöntemleri, yapının ayakta kalması ve ekonomi gibi kriterler malzemenin seçimini önemli kılmaktadır. Günümüzde bu kriterlere sürdürülebilirlik kavramı da eklenmektedir. Yapı malzemelerini genel anlamda incelediğimizde endüstrinin gelişmesiyle birlikte çelik malzemenin yüksek mukavemet, hızlı üretim, geniş açıklık geçme gibi özellikleriyle mimarlık dünyasına farklı imkânlar sağlamaya başladığını görmekteyiz. Bu imkânları sayesinde köprü, fabrika, gar ve sergi binaları gibi geniş açıklık geçme ihtiyacı olan yapılarda çeliğin sıklıkla kullanıldığını görmekteyiz, bunun yanı sıra çelik yapı malzemesi geri dönüşe bilirligi yeniden kullanılabilirliği, esnekliği, ön yapım sistemine uygunluğu gibi özellikleri ile sürdürülebilir mimariye farklı bir boyut getirmiştir. Çelik malzemelerin içinde ise yüksek akma ve çekme dayanımı, minimum bakım ihtiyacı, gelişmiş pas patina yüzeyin yapıya estetik değer katması gibi özellikleri bir arada bulunduran corten çelik yapı malzemesi de günümüzde daha da ayrıcalıklı bir yer kazanmıştır. Corten çelik malzemenin bu tip ayrıcalıkları ve günümüz tasarım dünyasındaki özellikli yeri açısından araştırılması düşünülmüş ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Normal karbon çelikle kıyaslandığında corten çelik korozyona karşı çok daha dirençli, kalınlığı az, bakım maliyeti olmadığından ve kaynak ve şekillendirme yöntemleri de kolay olduğundan tasarımcılar ve kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Corten çelik malzemenin ilk yapımı maliyetli olmasından kullanımını azaltmaktadır. Ancak Corten çelik malzemesinin uzun ömürlü olması, bakım gerektirmemesi, yalın karbon çeliğe kıyasla daha mukavemetli olmasından kaynaklı kalınlığının daha az olması gibi özelliklerinden dolayı malzemeyi hayat boyu döngüsünde daha ekonomik kılmaktadır. %100 geri dönüşümlü olduğundan, korozyona karşı doğal koruma gösterdiğinden, boyasız kullanıldığında atmosfere uçucu gaz bırakmadığından ve bakım ihtiyacı olmadığından çevre dostu olarak kabul edilmektedir.

İlk olarak 1933 yılında Corten adı altında patent aldıktan sonra dünyada kullanımı hızla artmaktadır. Türkiye’de ise yeterince tanınmadığı için ve ilk yapım maliyeti yüksek olduğu için kullanımı çok azdır.

Bu çalışmada dünyada 1933 yılından beri kullanılan ve Türkiye’de ise son yıllarda yeni yeni tanınmaya başlayan henüz yoğun bir şekilde kullanılmamasına rağmen birçok avantajlı yanı bulunan corten çelik malzemenin sürdürülebilir olup olmadığının değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

### **1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu tez çalışmasının genel amacı son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde %100 geri dönüştürülebilmesi gibi üstün özellikleri nedeniyle günümüz mimarları tarafından bina kabuğunda yoğun olarak kullanılmakta olan ve kullanımı her geçen gün hızla artmakta olan ancak ülkemizde henüz mimari alanda kullanımı oldukça az olan, yüksek akma ve çekme dayanımı, minimum bakım ihtiyacı, gelişmiş pas patina yüzeyin yapıya estetik değeri katması gibi özellikleri bir arada bulunduran ve bu özellikleriyle metal yapı malzemeleri arasında ayrıcalıklı yere sahip corten çeliğin genel özelliklerini tanıtmak, tarihçesini, mimaride kullanım alanlarını ve corten malzemenin mimarlık dünyasında sürdürülebilirlik açısından katkılarının avantaj ve dezavantajlarının irdelenmesi olarak belirlenmiştir.

Tez çalışması iki aşamadan oluşmaktadır. Kuramsal çerçeveyi oluşturan birinci aşamada yapılan literatür araştırması kapsamında sürdürülebilirlik kavramı, yapılarda sürdürülebilirlik, yapılarda sürdürülebilir malzeme kavramları irdelenmiştir.

Tezin ikinci aşamasında corten çelik malzemenin farklı literatür ve uluslararası kuruluşlar tarafından nasıl tanımlandığı ve tarihçesi kimyasal ve fiziksel özellikleri, üretim şekilleri, birleştirme yöntemleri, genel kullanım alanları ve sınıflandırılması, malzemenin avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Corten çelik mimari alanda kullanım alanları gruplandırılıp ve her grup için uygulanmış olan yapılardan örnekler verilecektir. Corten çelik malzemenin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda ele alınmıştır. Bu bağlamda corten çeliğin kullanıldığı Türkiye’de bulunan Troya Müzesi sürdürülebilirliğin ekonomik ve çevresel kriterleri doğrultusunda irdelenmiştir.

## 1.2. Çalışmanın Yöntemi

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda; sürdürülebilirlik kavramı ve nitelikleri, corten çelik özellikleri, üretimi, kullanım alanları, örnekleri için literatür taraması yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen temel bilgiler doğrultusunda malzemenin tanımı yapıp, özellikleri belirtilip ve genel kullanım alanları gruplandırılacak malzemenin tercih sebebi ortaya konulmuştur. Malzemenin tarihçesi irdelenerek, mimari kullanım alanlarını belirlenerek sınıflandırılmış ve her sınıflandırmaya ait dünyada ve Türkiye'deki yapılardan örnekler incelenmiştir. Corten çeliğin kullanıldığı Türkiye'deki Troya Müzesi oluşturulan sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda incelenmiştir.

İncelemeler sonucunda corten çelik malzemenin en yaygın kullanım alanı olumsuz hava koşullarının olduğu alanlarda bina kabuğunda kullanımı olduğu, avantajları korozyona üstün derece dayanıklı olduğu, yaşam ömrü boyunca boya ve bakım gerektirmediğinden bu süreçteki enerjiden tasarruf edildiğinden ekonomik olması ve zararlı uçucu madde çıkışları olmadığında insan sağlığına zararlı olmaması, korozyona dayanıklı olmasından malzemede verilen pas payı ortadan kalktığı için ince kesitli olarak kullanılabilirdiği için daha hafif tasarımlara olanak vermesi, dezavantajları tuzluluğun yoğun olduğu kıyı bölgelerinde korozyonunun durmasının olanaksız olması, suyun malzemede uzaklaşmaması durumunda yakınında bulunan malzemelere pas renginin geçmesi olarak belirlenmiştir.

## **2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI**

Sürdürülebilirliğin mimarideki önemi, corten çeliğin özellikleri, malzemenin tarihçesi, kullanım alanları ve sürdürülebilirlikle ilişkisi ile ilgili kaynak araştırmaları yapılmıştır.

### **2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarideki Önemi**

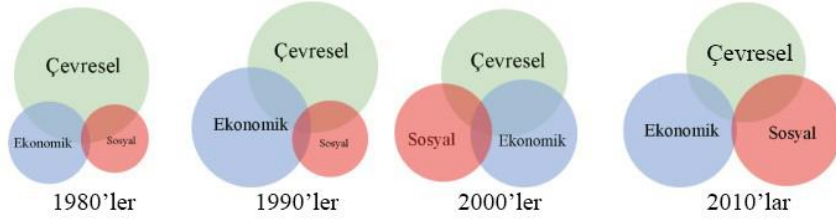
Endüstri devrimi beraberinde hızlı nüfus artışını getirmiştir. Hızla artan nüfusun ihtiyaçlarını endüstrileşme ve teknolojik ilerlemeler karşılarken doğal çevrenin tahribatına ve yenilenemez enerji kaynaklarının gelecekte tamamen tüketimine neden olmuştur. Doğal çevrenin tahrip olmasıyla ortaya çıkan küresel ısınma, iklim değişikliği, kirlilik, su kaynaklarının tüketimi gibi problemler tüm canlı varlıklar için tehlike oluşturmuştur. Oluşan bu tahribatlar sürdürülebilir kalkınma kavramını ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ekonomik ve sosyal sorunları geniş bir bakış açısı ile ele alınması gerekliliğini ortaya koymuştur (Aydın, 2011).

Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 'sustainable' kelimesi olarak 1972'de G7 ülkelerinin (Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Japonya, Kanada) hazırladığı Büyümenin Sınırları çalışmasında somut bir şekilde yer almıştır (Bartu, 2020). 1987 yılında ise Brundtland Raporunda sürdürülebilirlik "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğinden ödün vermeksizin güncel ihtiyaçları karşılayan kalkınma biçimi" olarak tanımlanmıştır (Alaca Tınmaz, 2018). Sürdürülebilir kalkınma gelecek ve şimdiki nesil arasındaki dengeyi sağlamayı amaçlamaktadır.

Sürdürülebilirlik, bir olayın, olgunun devamlılığını sağlamak, sürdürmek anlamına gelen Latince 'sustinere' kelime kökünden gelmektedir. Bir başka deyişle sürdürülebilirlik kaynağı bitirmeden, kontrollü tüketilmesinin yanı sıra sonsuza kadar varlığını sürdürmesi sağlanarak işlenmesi ve kullanılmasıdır (Aydın, 2011).

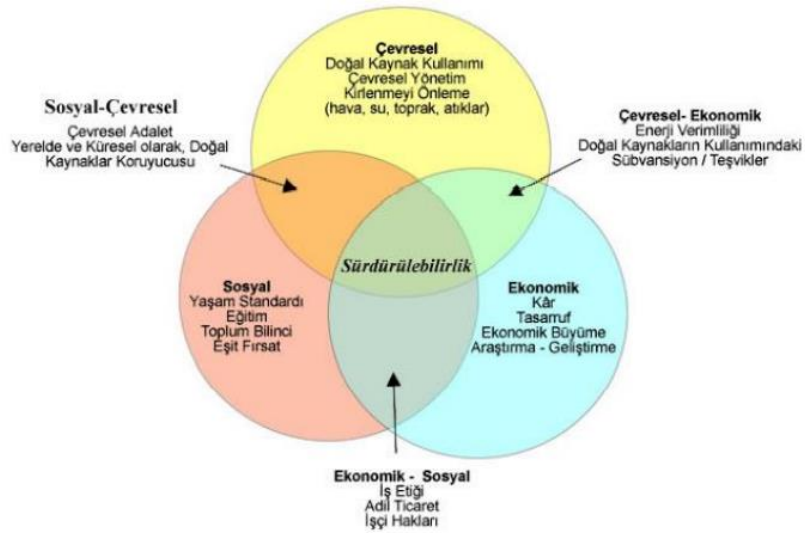
1987 'den önce enerji kaynakları, hammaddeler bilinçsizce tüketilirken çevrenin varlığı önemsizmeden sadece ekonomi boyut düşünülmekteydi. 1987' den sonra sadece ekonominin düşünülmesinden kaynaklı ortaya çıkan çevresel sorunların gündeme

gelmesiyle ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma ise çok boyutlu parametreleri benimsemiştir. Böylece ekonomik, çevresel ve sosyal boyut birlikte ele alınmıştır. Her ne kadar bu 3 ana boyut kendi içinde işlevlendirilsede aslında bütünleşik olarak işlemektedir. (Berber, 2012).



**Şekil 2. 1.** Yıllara göre sürdürülebilirlik boyutlarındaki değişim (Yılmaz, 2021)

Çevresel kalkınma, ekosistem bütünlüğü, doğal kaynak kullanımı, atık yönetimi; çevresel ve sosyal kalkınmanın oluşturduğu alan, yerel ve küresel olarak adalet, doğal kaynakların korunması; çevresel ve ekonomik kalkınmanın oluşturduğu alan enerji verimliliği, doğal kaynakların kullanımındaki destek ve teşvik konularını kapsamaktadır. Sürdürülebilirliğin sosyal boyutu tarafsız yaşam standardı, eşit haklar, insan sağlığı ve güvenliği; sosyal ve ekonomik kalkınmanın oluşturduğu alan iş etiği, adil ticaret, işçi hakları konularını kapsamaktadır. Ekonomik kalkınma, sağlıklı kalkınma, tasarruf, kaynak ve enerjinin akılcı kullanımı ve döngünün sürekliliği konularını kapsamaktadır (Alaca Tınmaz, 2018).



**Şekil 2. 2.** Sürdürülebilir kalkınmanın boyutları (Edwards, 2007)

Doğadaki hammaddelerin % 50'si, enerjinin % 40'ı ve suyun % 16'sı yapı sektöründe kullanılmaktadır (Aydın, 2011). Bu oranlar göz önüne alındığında yapı sektörünün çevrenin tahribatında yadsınamayacak derecede yer alması mimaride sürdürülebilir kavramını beraberinde getirmiştir. Sürdürülebilir mimari sosyal, ekonomik ve çevresel boyutun kesişmesinde yer alan tasarım ve planlama bağlantılarını içeren ve insan ekolojisini referans alan kavram olarak ortaya çıkmaktadır (Alaca Tınmaz, 2018). Sürdürülebilir mimarlık bir başka deyişle en az kaynakla ve bu kaynakların devamlılığını esas alan yapının yapılacağı alanın seçiminden başlayıp tasarım, yapım, kullanım, yaşam ömrünü tamamladıktan sonra ortadan kaldırılıp, ortaya çıkan malzemelerin geri dönüştürülmesi süreçlerini minimum enerji ile tamamlamasını amaçlamaktadır (Berber, 2012). Sürdürülebilir mimaride amaç yapıların çevreye olumsuz etkilerini minimum dereceye indirmektir.

Ekonomi, sosyal ve çevrenin oluşturduğu sürdürülebilirlik üçgeni içinde çevreye duyarlı, yenilenemez enerji kaynaklarına saygılı olup yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yöneltilen, atıkların geri dönüştürülüyor olabilmeleri ve kaynakların sürekliliğini esas alan sürdürülebilir yapılar benimsenmiştir. Ekonomik, sosyal ve çevresel üçgenin şartlarını cevap verebilen ekolojik yapılar sürdürülebilir yapı kategorisine girmektedir. Yapılarda sürdürülebilirlik; ekolojik kriterler, kullanıcıların sağlık ve konforu, ekonomik kriterler, kullanıma süresi ile yapılabirliği kriterler doğrultusunda incelenebilmektedir.

Ekolojik kriterler;

- Çevreye saygı,
- Temiz enerji kullanımı,
- Minimum atık oluşturacak malzeme kullanımı
- Minimum enerjiye ihtiyaç duyulan malzeme ve inşa etme teknikleri kullanma
- Geri dönüşüm olmak üzere ele alınmaktadır.

Kullanıcıların sağlık ve konfor kriterleri;

- Termal şartlara uygunluk
- Görsel şartlara uygunluk
- Akustik şartlara uygunluk
- Hava kalitesine etkileri

- Elektromanyetik alanlar
- Malzeme uygunluğu olmak üzere ele alınmaktadır.

Ekonomik kriterler;

- Bakım, onarım maliyeti düşük
- İlk yatırım maliyeti düşük
- Hurda olarak yüksek değerli malzeme seçimi
- Kullanım ömrü yüksek olan malzeme seçimi olarak sıralanabilir.

Yapılabilirlik kriterleri;

- Ekonomik olarak yapılabilirlik
- Teknolojik olarak yapılabilirlik
- Kaliteli ortam sağlamak olmak üzere sıralanabilir (Berber, 2012).

Sürdürülebilir yapılar, enerji ihtiyacını en aza indirmek amacıyla, tasarım aşamasından başlayıp, yaşam döngüsünü tamamlayana kadar sürece dâhil olan yapı malzemelerinin de bu yönde seçilmesini gerektirmektedir. Sürdürülebilirlik için önemli olan ekolojik malzeme insan sağlığına zararlı maddeler içermeyen, insan doğasına uygun, sağlıklı malzemeleri içermektedir. Ekolojik malzemelerde aranan kriterler;

- malzemenin hammaddesinin ortaya çıkarılmasında duyulan enerjinin miktarı,
- insan sağlığına etkileri,
- ham maddesinin ortaya çıkarılması sürecinde, üretim sürecinde ve yapıda kullanım sürecinde suyun kullanımına olan duyarlılığı,
- geri dönüşülüp yeniden kullanılması,
- dayanıklı ve uzun ömürlü olması
- ham maddesinin ortaya çıkmasında ve malzemenin geri dönüştürüldüğünde ne derece zararlı maddelerin ve atıkların oluşturduğu olarak sıralanabilir (Berber, 2012).

Sürdürülebilir ekolojik yapılarda kullanılan malzemelerde ortak amaç doğaya zarar vermeden, doğanın kendini yenilemesini sağlamaktır.

## **Sürdürülebilirliğin tarihçesi**

Sürdürülebilirlik; günümüz ekonomik, çevresel ve sosyal ihtiyaçlarını gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden, bulunduğu çevreye zarar vermeden, doğal kaynaklara saygılı bir yaklaşımla karşılanmasını hedefleyen bir dünya görüşüdür (Yurdugüzel, 2015).

Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 1972 Stockholm’ da yapılan ‘İnsan çevresi’ sempozyumunda kullanılmıştır. Bir sonraki gelişme ise 1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporu’dur. Bu raporda sürdürülebilir gelişme; bugünün gereksinim ve beklentilerini gelecek kuşakların gereksinim ve beklentilerini karşılama olanaklarından ödün vermeksizin karşılanması olarak tanımlanmıştır (Alaca Tınmaz, 2018). Bu rapordan sonra 1992 yılında Rio de Janeiro’da gerçekleşen ‘‘Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı’’ sürdürülebilirlik için en önemli gelişmedir. Konferansta amaç çevreye zarar veren üretim ve tüketim şekillerini değiştirmek ve çevreyi korumak amaçlı olan yasalar çıkarmaktır. Ekonomik yönden gelişmiş olan Amerika, Japonya, Kanada, Avustralya gibi devletler konferansa katıldıkları halde konferans sonucunda alınan kararlar ile ilgili 5 belgeden oluşan bildiriye imzalamamıştır. Türkiye ise 2003 yılında İklim Değişikliği Sözleşmesi dışındaki belgeleri imzalamıştır (Lawson, 1996; İkiz, 2004). Sürdürülebilirlikle ilgili en son 2018 yılında Polonya’nın Katowice şehrinde gerçekleşmiş olan Birleşmiş Milletler İklim Zirvesidir. Zirvenin oluşturduğu raporda sürdürülebilir kalkınmanın amacına değinilmiştir. Sürdürülebilirlikle ilgili yapılan bütün çalışmalar doğaya verilen zararı en aza indirmek amacı doğrultusunda gelişmiştir (Yılmaz, 2021).

Sürdürülebilirlik kavramının kronolojik gelişim sırası Çizelge 2.1.’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 1.** Sürdürülebilirlik kavramının gelişimi (Yılmaz, 2021; Alaca Tınmaz, 2018'den değiştirilip alınmıştır)

<b>1972</b>
<b>Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı- Stockholm</b>
Sürdürülebilirlik kavramının temellerinin atıldığı 113 ülkenin katıldığı konferanstır. Canlı ve cansızların yaşadığı ekosisteme verilen zararı iyileştirme, çevreyi koruma ve gelecek kuşaklara olduğu gibi bırakma söylemlerine değinilmiştir.
<b>1974</b>
<b>Bölgesel Denizler Programı Faaliyet Merkezi</b>
Birleşmiş Devletler Çevre Programının kurulmasıyla öncelikli olarak Akdenizi korumak amaçlı Akdeniz Eylem Planı oluşturularak sürdürülebilirlik kalkınmayı amaçlayan tasarılar oluşturulmuştur.
<b>1976</b>
<b>Habitat I- Vancouver</b>
İnsanı ve yaşadığı çevreyi bütün olarak ele alan ilk çalışmadır.
<b>1979</b>
<b>Cenevre Hava Kirliliği Konvansiyonu</b>
Hava kirliliğinin insan ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerine değinilmiştir. Hava kirliliğinin azaltılmasını sağlayacak politikalar gerçekleştirmek amaçlanmıştır.
<b>1987</b>
<b>Brundtland – Ortak Gelecek Raporu</b>
Raporda sürdürülebilirlik kalkınmanın kavramsal tanımı günümüz ihtiyaçlarını gelecek kuşakların ihtiyaçlarını gözetenek karşılamak olarak yapılmıştır.
<b>1991</b>
<b>Yeryüzünü Önemsemek: Sürdürülebilir Yaşam İçin Bir Strateji Raporu</b>
Sürdürülebilir kriterlerinin neler olduğuna değinilmiştir.
<b>1992</b>
<b>Dünya Zirvesi – Rio de Janerio</b>
Konferansta sürdürülebilirlik kalkınma ilgili Agenda 21 anlaşması yapılmıştır. 180'e yakın devlet 4 bölümden oluşan anlaşmayı imzalamıştır. Anlaşmayı oluşturan bölümler 'ekonomik ve sosyal boyutlar, kalkınmaya yönelik kaynakların korunması ve kaynak yönetimi, temel grupların rollerinin artırılması ve uygulama yöntemleri' olarak sıralanmıştır.
<b>1993</b>
<b>Uluslar Arası Mimarlar Birliği Dünya Kongresi - Chicago</b>
Tasarımcıların yapılarını tasarlarken ve uygulama geçerken sürdürülebilirliği göz önünde tutulması görüşülmüştür. Sürdürülebilir tasarım uygulama yöntemler, ürünler geliştirip bunların devamlılığının esas kılınması gerekliliği belirtilmiş. Sürdürülebilirliğin çevresel ve sosyal boyutta bütünsel olarak ele alınması kararı alınmıştır.
<b>1994</b>
<b>Kahire Nüfus ve Kalkınma Konferansı</b>
Nüfus ve ekonomik büyümenin sürdürülebilirlikle ilişkisi irdelenmiştir.
<b>1995</b>
<b>Kopenhag Sosyal Gelişme Konferansı</b>

**Çizelge 2. 2. Sürdürülebilirlik kavramının gelişimi (devamı)**

<b>1996</b>
<b>İstanbul Habitat II Zirvesi</b>
Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir yerleşimler yaklaşımlarını tüm dünyanın kabul etmesi sağlanmıştır.
<b>1997</b>
<b>Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çevre Konvansiyonu - Kyoto</b>
Hava kirliliğinin 2012 yılına kadar belli oranda azaltma gibi maddeleri içeren Kyoto Protokolünü 189 ülke imzalanmıştır. Böylece yapılan görüşmelerin uygulamaya geçilmesi sağlanmıştır.
<b>1998</b>
<b>Binyıl Zirvesi</b>
Dünyadaki insan açlığını, yoksulluğu, hastalığı ortadan kaldırıp, ayrımcılıktan kurtarmak ve tüm insanlığın barış içinde yaşamasına dair deklarasyon yayımlanmıştır.
<b>2002</b>
<b>Johannesburg Konferansı</b>
Sürdürülebilir ilkeleri Hannover İlkeleri adı altında belirtilmiştir. İnsan ve doğayı bütün olarak ele alıp, sürdürülebilir sağlıklı bir ortam sunmak, bakım maliyeti az, uzun vadede kalıcılığı esas alan tasarımlar çıkarmak, oluşan atıkların geri dönüştürüp tekrardan kullanımını sağlayan, doğal enerji kaynaklarını kullanma gibi ilkeler oluşturulmuş.
<b>2009</b>
<b>Kopenhag İklim Zirvesi</b>
192 ülkenin katıldığı sera gazlarının önemli derecede kısıtlanması gerektiğinin bilimsel açıdan değerlendirildiği zirvedir.
<b>2012</b>
<b>Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı</b>
Ekonomide sürdürülebilirliği yakalamak için ülkelere yol gösteren önerilerin oluşması sağlanmıştır.
<b>2013</b>
<b>Dünya Ekonomik ve Sosyal Araştırma Raporu</b>
Rapor sürdürülebilir kalkınmayla ilgili sorunları içermektedir.
<b>2015</b>
<b>Sürdürülebilir Kalkınma Forumu - Paris</b>
Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili somut veriler alınmıştır.
<b>2016</b>
<b>Habitat III Sürdürülebilir Kentleşme ve Yeni Kentsel Gündem - Ekvator</b>
Görüşülen konular Sosyal uyum ve eşitlik, yaşanılabilir kent, kent ekonomisi, kent ekolojisi ve çevre olarak 6 başlık altında toplamıştır. Kentleşmeyi yaşanılabilir kentler bağlamında ele almıştır.
<b>2018</b>
<b>Birleşmiş Milletler Taraflar Konferansı</b>
Paris Antlaşmasındaki iklim değişikliği ile ilgili kararlar kabul görülmüştür.

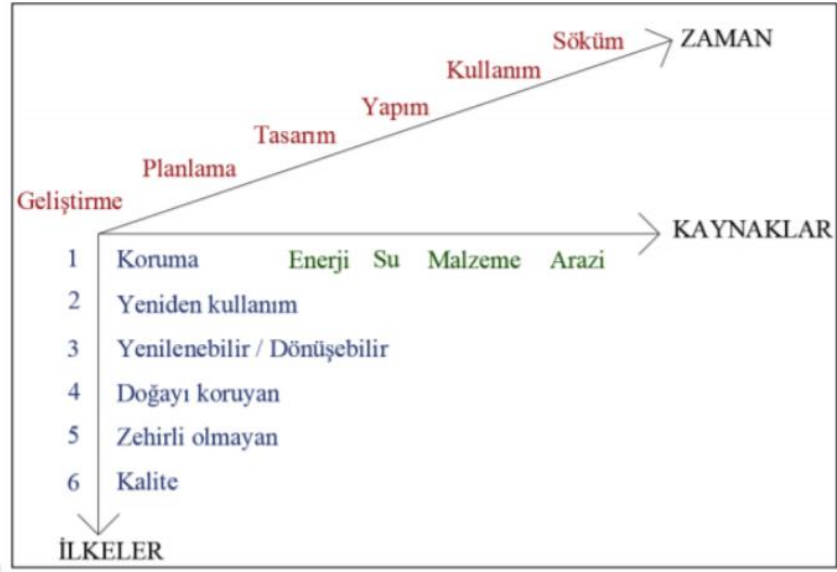
Yapılan bütün çalışmalara bakıldığında sürdürülebilirlik kavramının aslında çevresel, ekonomik, sosyal boyutta incelenmesinin gerekliliği belirtilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma içinde dünya üzerindeki tüm ülkelerin üstüne düşen görevi yönetim ve halkın birlikteliğiyle yapması gerektiğine değinilmiştir.

### **Yapılarda sürdürülebilirlik çalışmaları**

Dünya üzerindeki suyun % 42' si ve enerjinin % 50'sini yapı sektörünün kullandığı ve oluşan çevresel tahribata bakıldığında sürdürülebilirlik için tasarımcı ve mimarlara büyük görevler düşmektedir (Osmançelebioğlu, 2015). Oluşan bu tahribatları aza indirmek, yenilenemez enerji kaynaklarına saygılı olup yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelen, suyu, malzemeyi, enerjiyi, bulunduğu alanı en verimli şekilde kullanmayı, insan sağlığını ve konforunu sağlayan yapılar oluşturmak sürdürülebilir yapı kavramını oluşturmaktadır. Kibert, sürdürülebilir tasarımı doğal kaynakları verimli kullanıp, ekolojik ilkelere bağlı kalınarak sağlıklı yapıların oluşturduğu çevrenin oluşturulması ve bunun bilincinde yönetilmesi olarak tanımlayıp sürdürülebilir yapının amaçlarını aşağıdaki gibi sıralamıştır;

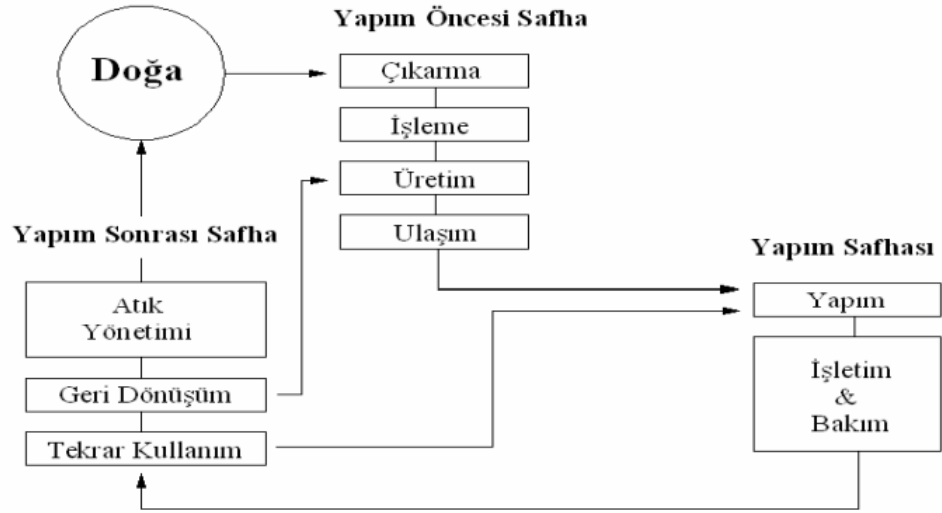
- Doğal kaynak kullanımını minimize etmek
- Kullanılan kaynakların yeniden kullanılmaya olanak sağlaması
- Kullanılan kaynakların geri dönüştürülebilir olması
- Ekosistemi koruma
- Zararlı madde içermeyen sağlıklı çevre
- Kaliteli yapılaşma (Hoşkara, 2007; Yılmaz, 2021)

Kibert'in oluşturduğu modelde kaynak yönetimi, zaman ve ilkeler bütün olarak ele alınmıştır.



Şekil 2. 3. Sürdürülebilir yapının kavram modeli (Kibert, 1994)

Sürdürülebilir yapıda süreç tasarımıdan itibaren, yapının yapılması, kullanılması ve ömrünü tamamladıktan sonra yıkılıp, geri dönüşümle ortadan kalkmasına kadar olan döngüden oluşmaktadır (Yılmaz, 2021).



Şekil 2. 4. Sürdürülebilir yapının kavram modeli (Kibert, 1994)

Sürdürülebilir yapı süreci şu şekilde belirtilmiştir;

**Yapı öncesi dönem;**

- Arazi seçim
- Esnek tasarım
- Uzun ömürlü yapılar ortaya koyma
- Geri dönüşülebilir malzeme kullanımı

**Yapı safhası ve kullanımı**

- Atık yönetimi
- Çevre kirliliğini önleme
- İş sağlığı ve güvenliği
- Bakım ve onarımda çevreye zararlı olmayan malzeme kullanımı

**Yapı sonrası yıkım ve geri dönüştürme**

- Yapı malzemelerini yeniden kullanma
- Yapı malzemelerini geri dönüştürme
- Ömrünü tamamlayan yapıların yeniden işlevlendirilmesi (Yavaşbatmaz & Gültekin, 2013).

Bütün bu kriterlerde de görüldüğü gibi sürdürülebilir yapılar havalandırma, ısıtma ve soğutma ihtiyaçları için enerjiyi etkin kullanmayı, su ve atık yönetimini iyi sağlamayı, malzeme seçiminin ve uygulama yöntemlerinin doğru seçilmesiyle başarıyı yakalayacaktır.

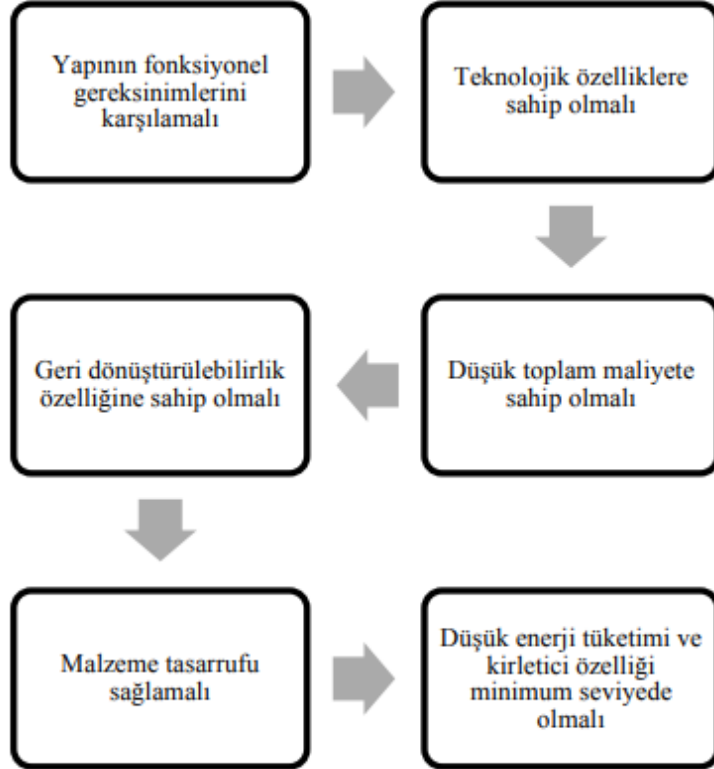
Sürdürülebilir yapılar için anahtar göstergeler;

- Fosil enerji kullanımını aza indirmek,
- Geri dönüşümlü ve yenilenebilir malzemeleri kullanma,
- Atmosfere zarar veren kimyasalları kullanmamak,
- Doğal aydınlatmadan maksimum yararlanmak,
- Doğal havalandırmaı sağlamak,
- Pasif enerji sistemlerinden yararlanmak,



Yapılarda kullanılan malzemelerin sürdürülebilir kriterleri aşağıda belirtilmiştir;

- Geri dönüştürülüp tekrardan kullanılabilir olabilmesi
- Üretildiği hammaddenin korunması
- Enerji korunumu sağlayabilmesi
- Yapının yapılacağı bağlamın yerel kaynaklarından elde edilmesi
- Yapının ömrü boyunca dayanıklı ve uzun ömürlü olması
- Prefabrikasyon uygulamalar için uygun olması
- Isısal değerinin yüksek performans göstermesi
- Su ve yenilenemez enerji korunumunu sağlaması
- Kentlerde oluşan ısı adalarını azaltma
- Bulunduğu coğrafyada üretilip, kullanılması
- En az şekilde işleme uğrama
- Elde edilmesinde, kullanımında ve geri dönüşümünde minimum atık oluşturma (Aydın, 2011).



Şekil 2. 6. Sürdürülebilir yapı malzemesi içerikleri (Baharetha, 2013)

### 2.3. Sürdürülebilir Yapı Malzemesi Olarak Corten Çelik

Bu bölümde Corten çeliğin tanımı, tarihçesi, fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretim süreci, kullanım alanları ve örnekleri incelenmiştir.

#### Corten çelik malzemenin tanımı

Cor-ten çelik demir- karbon alaşımıdır. Bu alaşım bakır, krom, fosfor, nikel, silisyum ve manganez içermektedir. İsmi 'CORrosion resistance- TENSile strength' ifadesinden gelmiştir. Akma dayanımı 350-410MPa, çekme dayanımı 450-520MPa ve şekil değiştirme % 22-27'dir. Corten çelik ASTM uluslararası standartlar grubuna uygun üretilmektedir (Raja ve diğerleri, 2021). Avrupa standardı EN 10025-5 ve Amerikan standardı ise ASTM G101:4 olarak geçmektedir (ThyssenKrupp Steel Europe , 2007). Paslandırılmış çelik, paslanmış çelikte, ayrışma çeliği de denilmektedir.

Cor- ten A ve Cor-ten B olarak üretilmektedir. Corten A 12,5 mm kalınlığa kadar olan sıcak haddelenmiş olup uzunluğu 6000 mm ile 12000 mm arasında değişebilen plakalar için geçerlidir. Corten çelik A'nın çekme mukavemeti 485 Rm Mpa olup uzama değeri ise %20'dir. Corten A, EN standartlarında S355JOWP olup Amerika standartlarında ise ASTM A 242 TİP 1 olarak tanımlanmaktadır (Raja ve diğerleri, 2021). Corten B sıcak haddelenmiş şekilde kalınlığı 2 ile 460 mm arasında değişebilen, uzunluğu ise 6000 mm ile 12000 mm arasında değişebilen corten çelik sınıfıdır. Corten çelik B'nin çekme mukavemeti 470 – 630Mpa olup uzama değeri ise % 19 dur. Amerika standartlarında ASTM 588 SINIF B olarak tanımlanan Corten çelik B EN standartlarında S355JOW olarak tanımlanmaktadır (Es, 2018).

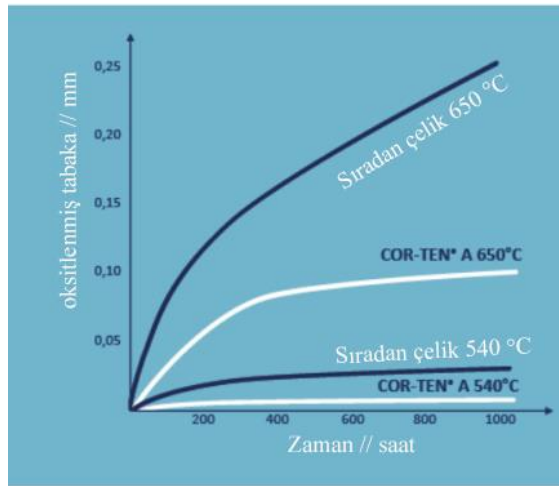
Corten çelik A yüksek sıcaklıkta 540 °C ye kadar tam mukavemetini ve sertliğini korurken, Corten çelik B ise bu değer 425 °C'dir. Corten çeliği A için on yıl sonra malzeme kaybı 30-75µm olup Corten çeliği B için malzeme kaybı 75- 100µm'dir. Corten çelik A ve B'nin sıcaklık karşında ve malzeme kaybına bakıldığında Corten çelik A'nın hava koşullarına daha dayanıklılık gösterildiği görülmektedir. Bu nedenle corten çelik A çoğunlukla ağır makinelerde, vagon damperlerinde, endüstriyel kazanlarda, nakliye

endüstrisinde kırıcılarda, yükleyicilerde, besleyicilerde, istifleyicilerde ve vinçlerde kullanılmaktadır (SSAB, 2022).

**Çizelge 2. 3.** Corten çelik bileşenleri ( Vairamani, Mohan, Venkatesh, Karthikeyan, & Sakhivel, 2020; Nippon Steel Corporation, 2019'den değiştirilip alınmıştır).

Corten çelik çeşitleri	C≤%	Si %	Mn %	P %	S≤%	Cr %	Cu %	Ni≤%	V %	Al %
<b>Corten A</b>	0.12	0.25 0.75	0.20 0.50	0.07 0.15	0.03	0.50 1.25	0.25 0.55	0.65	-	0.015 0.060
<b>Corten AF</b>	0.12	0.25 0.75	0.20 0.50	0.07 0.15	0.02	0.50 1.25	0.25 0.55	0.65	-	0.015 0.060
<b>Corten High Temp</b>	0.12	0.25 0.75	0.20 0.50	0.07 0.15	0.03	0.75 1.25	0.25 0.55	0.40	≥ 0.02	0.020 0.060
<b>Corten B</b>	0.19	0.30 0.65	0.80 1.25	≤0.035	0.03	0.40 0.65	0.25 0.40	0.40	0.02 0.10	0.020 0.062

Corten çelik çeşitleri içerdikleri bileşenler sayesinde farklı özelliklere sahip olup farklı alanlarda kullanılabilir. Corten çelik atmosfere maruz kaldığında, sıradan çelikte olduğu gibi bir başlangıçta pas tabakası oluşturur. Ancak corten çelik atmosferik korozyona sıradan çeliğe göre daha fazla direnç gösterir. Bunun nedeni ise corten çeliğin üstte oluşan pas tabakasıdır. Bu pas tabakası korozyon geciktirici etkisi göstermektedir. Bu da malzemenin içindeki alaşımların ve o alaşım elementlerinin oransal dağılımı sayesinde (Es, 2018).



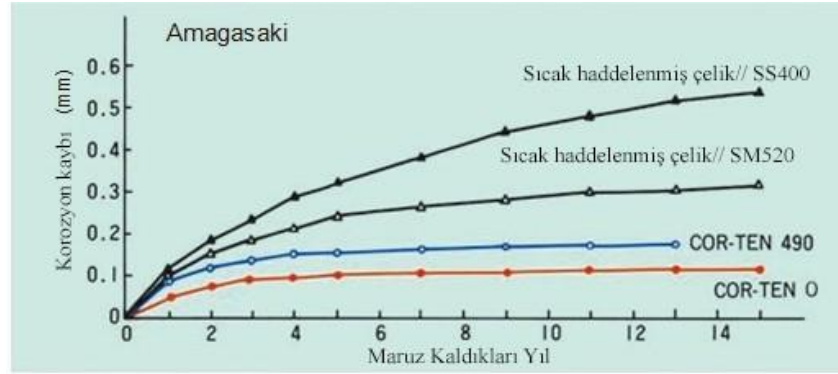
**Şekil 2. 7.** Corten çelik ve Normal Karbon çelik Oksitlenme karşılaştırılması (SSAB, 2022'den değiştirilip alınmıştır)

Grafikte görüldüğü gibi Corten çeliğin zaman içinde oksitlenen tabakanın normal çelikte oksitlenmiş tabaka kalınlığının yarısından daha azdır.

Japonya'da endüstrinin yoğun olduğu Amagasaki kentinde ve kıyı kenti olan Ashizurimisaki'de normal çelik ve corten çelik karşılaştırılmıştır (Nippon Steel Corporation, 2019).



Şekil 2. 8. Amagasaki konumu (Anonim, 2021a)



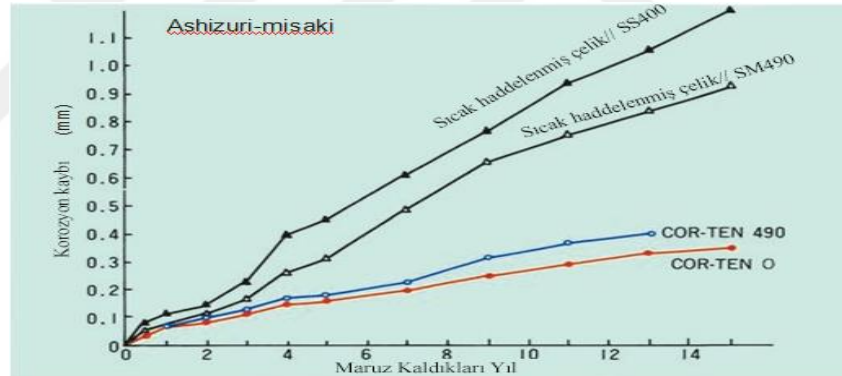
Şekil 2. 9. Endüstri Bölgesinde Corten Çelik ve Normal Çelik Karşılaştırılması (Nippon Steel Corporation, 2019'dan değiştirilip alınmıştır)

Korozyon kaybının çok fazla olduğu endüstri bölgelerde bile grafikte görüldüğü gibi Corten çeliğin normal çelikle karşılaştırılmasında kaybın çok daha az olduğu görülmekte olup, korozyon kaybını 3 ile 5 yıl içinde bastırıldığı görülmektedir (Nippon Steel Corporation, 2019).

Kıyı bölgelerinde korozyona maruz kalma testlerine bakıldığında Corten çeliğin korozyon seviyesinin normal çeliğe göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Kıyı bölgelerinde Corten çelikteki korozyondaki gelişme uzun süre devam ettiği için kıyı bölgelerinde uygulandığında daha özen gösterilmesi gerekmektedir (Es, 2018; Nippon Steel Corporation, 2019).



Şekil 2. 10. Ashizuri-misaki konumu (Anonim, 2021b)



Şekil 2. 11. Kıyı Bölgesinde Corten Çelik ve Normal Çelik Karşılaştırılması (Nippon Steel Corporation, 2019'dan değiştirilmiştir)

### Corten çeliğin tarihçesi

1933'te United States Steel Corporation, mekanik dirence sahip corten çeliği geliştirip, patentini almıştır. 1936 yılından itibaren ise demiryolu yük arabalarında Güney Pasifik için corten çelik kullanılmıştır. 1949 yılında da Rock Island hattı için vagonlarda kullanılmaya başlanmıştır (Sharma ve diğerleri, 2019;Es, 2018).



**Şekil 2. 12.** Vagon (Es, 2018)

Bu gelişmelerden sonra corten çelik köprü ve heykelerde kullanılmaya başladı. 1967 yılında Daley Center Adliye sarayında yapılan Chicago Picasso heykelinde corten çelik kullanılmıştır (Es, 2018).



**Şekil 2. 13.** Picasso Heykeli (Es, 2018)

1967 yılında yapımına başlanılan Kırık Dikilitaş heykelinde 3.5 ton corten çelik kullanılmıştır (Kelly, 2010).



**Şekil 2. 14.** Kırık Dikilitaş (Kelly, 2010)

Corten çeliğin boyanmadan kullanıldığı 1964 yılında tamamlanan köprü IAIS Raccoon River Köprüsüdür (Es, 2018).



**Şekil 2. 15.** Raccoon River Köprüsü (Es, 2018)

ABD’de bulunan 1977 yılında tamamlanan 518 m uzunluğundaki New River Gorge Köprüsünün yapımında da corten çelik kullanılmıştır (Es, 2018).



**Şekil 2. 16.** New River Gorge Köprüsü (Es, 2018)

Corten çeliğin mimaride kullanımı ilk olarak Moline'deki John Deere Dünya Genel Merkezidir. Mimar Eero Saarinen tarafından tasarlanan yapı 1964'te tamamlanmıştır. Corten çelik bu yapıda boyasız olarak kullanılmıştır (Es, 2018).



**Şekil 2. 17.** John Deere Dünya Genel Merkezi (Es, 2018)

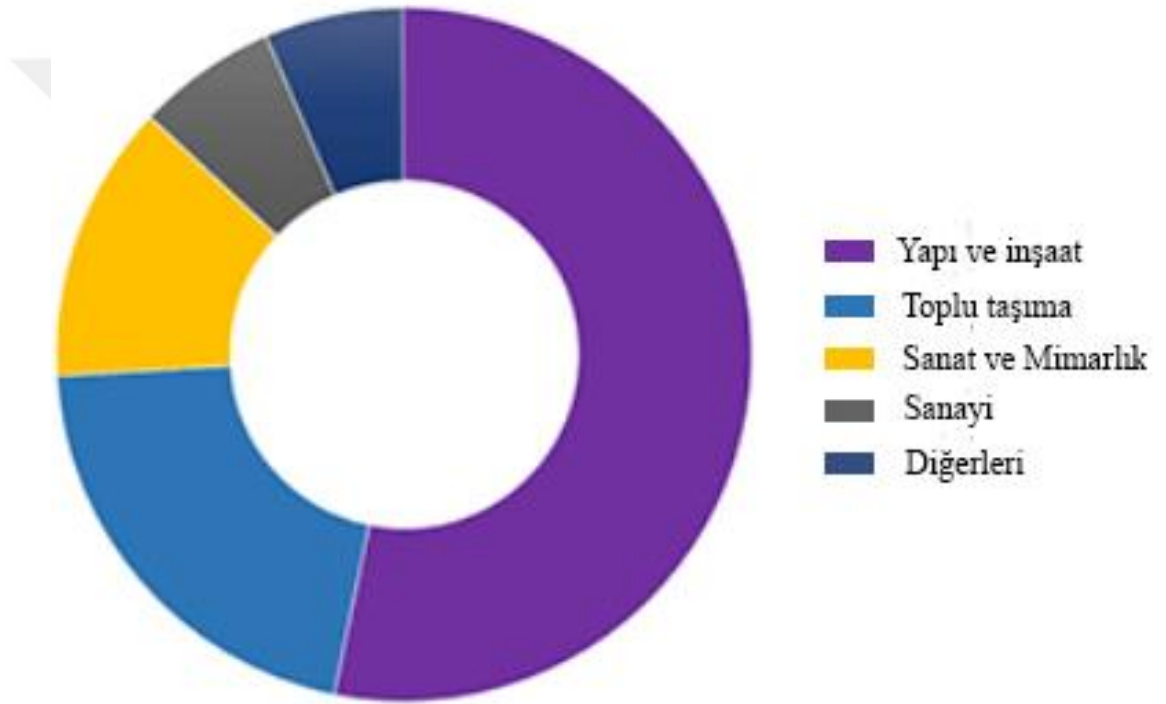
Çok katlı yüksek katlı bina ölçeğinde ise 1965 yılında yapılan Chicago Civic Center binasıdır (Es, 2018).



**Şekil 2. 18.** Chicago Civic Center Binası (Es, 2018)

İncelenen örneklerde de görüldüğü gibi corten çeliği ilk olarak vagonlarda görmekteyiz. Daha sonra sürekli atmosfere maruz kalan heykel ve köprülerde kullanılmıştır. Yapısal ölçekte ise daha sonralarda kullanılmıştır. Yapılarda kullanılan ilk örnekler kamusal yapılarda kullanımıdır. Bu yapılarda ise corten çelik hem taşıyıcı hem de cephe kaplaması olarak boyasız olarak kullanılmıştır.

Günümüzde ise corten çeliğin kullanım alanlarının oransal dağılımı Şekil 2.19'da gösterilmiştir.



**Şekil 2. 19.** Corten çeliğin farklı alanlarda kullanım şeması (Anonim, 2022a'dan değiştirilip alınmıştır)

Corten çeliğin en çok kullanıldığı birinci sektör yapı ve inşaat, ikincisi ise ilk kullanımın olduğu toplu taşımadır.

Corten çelik pazarının dünya üstündeki bölgesel dağılımı Şekil 2.20'de gösterilmiştir.



**Şekil 2. 20.** Corten çelik pazarının Dünya üzerindeki dağılımı (Anonim, 2022b'den değiştirilip alınmıştır)

Corten çelik pazarının en hâkim olduğu bölge Avrupa, ondan sonra ise corten çeliğin ilk kullanımının gerçekleştiği Kuzey Amerika gelmektedir.

### **Corten çeliğin üretilme süreci**

Corten çeliğin üretim süreci normal karbonlu çeliklerin üretim süreciyle benzerlik göstermektedir. Corten çelik üretim süreci sırasıyla; alaşım yapma, sürekli döküm, haddeleme, ebatlandırma, şekillendirme, kaynaklama ve yaşlandırma.

Sıvı haldeki çeliğin içine belirlenen orandaki alaşımlar eklenir. Çelik sıvı haldeyken alaşım karışımı eklenmezse elementler oksitlenerek kullanılmaz hale gelir (Es, 2018). Oluşan alaşım daha sonraki sürekli döküm için hazırlanır. Sürekli dökümden sonra ise sıcak ya da soğuk olmak üzere haddeleme işlemine tabi tutulur.

Corten çelik, aynı mukavemete sahip sıradan çeliklere benzer işlenebilirliğe (soğuk şekillendirme, sıcak şekillendirme ve gazla kesme) sahiptir. Corten çelik, uygun çalışma yöntemlerinin kullanılması koşuluyla alevle kesmeye uygundur. Sıcaklıklarda 5 °C'nin altında, amaçlanan kesimin her iki tarafında yeterince geniş bir bölge önceden ısıtılmalıdır. Alev ile kesilmiş kenarlar soğuk şekillendirmeye tabi tutulacaksa, sertleşme etkisi ön ısıtma ile önlenmelidir. Corten çeliğin gerilim giderme işlemi, noktasal ısıtma

ve doğrusal ısıtma yoluyla sağlanabilir. Gerilimi azaltmak için ısıtıldığında malzemenin kalitesinde herhangi bir değişiklik göstermez. Ancak malzemeyi ısıtma işlemi 800 °C nin üzerine çıktığında malzemenin mukavemeti ve yüzey sertliği artarken tokluk düşme eğilimi gösterdiği için daha dikkatli olunması gerekmektedir (Nippon Steel Corporation, 2019).

**Çizelge 2. 4.** Soğuk ve sıcak haddelenmiş corten çelik karşılaştırılması (SSAB, 2022'den değiştirilip alınmıştır)

Ürün çeşidi	Kalınlık (mm)	Akma dayanımı (min MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Uzama A <sub>80</sub> (min %)	Uzama A <sub>5</sub> (min %)
Soğuk haddelenmiş	0.5-2.1	355	490-680	14	-
Sıcak haddeli sac	2.0-2.5	355	510-680	15	-
Sıcak haddeli sac	2.51-3	355	510-680	16	20
Sıcak haddeli sac	3.01-6	355	470-630	-	20
Sıcak haddeli sac	6.01-12	355	470-630	-	20
Ağır levha	5.00-16.00	355	470-630	-	20
Ağır levha	16.01-40.00	345	470-630	-	20
Ağır levha	40.01-60.00	335	470-630	-	19

Corten çeliğin sıcak ve soğuk haddelenmiş haline bakıldığında soğuk haddelenmede daha az kalınlıkta yaklaşık sıcak haddelenmeyle aynı dayanma gücüne sahip malzeme eldesi sağlanılmaktadır.



**Şekil 2. 21.** Corten çeliği plazma, lazer kesim ve bükme aracı (Anonim, 2022c)

Rulo veya plaka haline getirilen corten çelik, hem manuel hem de mekanik olarak kaynaklanabilir. Metal eritme elektrotu veya akı elektrotu ile ark kaynağı, toz altı ark kaynağı ve direnç kaynağı yöntemleri kullanılmaktadır. En sık kullanılan kaynak metali alaşımları nikel ve bakırdır. Kaynakta kullanılan cıvata, somun gibi elemanların elektrokimyasal hücrelerin oluşmasından kaçınılması ve atmosfere dayanıklı olmaları gerekmektedir. Bu eklem noktalarındaki kılcal hareketler neme maruz kalarak

korozyonun artmasına neden olabilir. Bu korozyonu önlemek için bu noktalarda boya, mühürleme gibi koruyucu önlemler alınmalıdır. En iyi cıvata malzemesi olarak corten X tercih edilmektedir (Anonim, 2022c).

Monte edilen corten çelik zamanla üzerindeki koruyucu patinayla yaşlandırılmaya bırakılır. Yaşlandırma işleminin daha hızlı gerçekleşmesi içinde corten çelik parçaları asidik çözeltilere daldırılıp kurutulmaya bırakılıp, daha sonra monte edilebilir. Patina oluşumunu hızlandırmak için yağ giderme, oksit tabakasını çıkarılması, oksidasyon aktivasyon ajanının uygulanması, sabitleyici boya sökücü uygulamaları yapılabilir (Anonim, 2022c).

### **2.3.1. Corten çelik avantaj ve dezavantajları**

Yapı malzemelerinin birçoğunda olduğu gibi corten çelik malzemenin de avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Bu bölümde corten çelik malzemenin avantajları ve dezavantajları sıralanacaktır.

#### **Corten çelik avantajları**

Estetik görünüm sağlayan ve yüksek dayanım gösteren corten çelik malzemesi kullanımı oldukça avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar;

- Doğal bir paslı malzeme olarak boya veya yüksek fiyatlı pas önleyici malzemelere ihtiyaç duymaz.
- Korozyon sonucu yüzeyde oluşan kırmızı, yeşil, turuncu ve kahverengi gibi renkler görüntü olarak binaya ayrı bir estetik ve güzellik katar.
- Yüksek dayanımlı bir çelik olması ile bina ömrünü uzatır.
- Hurda haline getirilip tekrar kullanılabilen yüzde yüz geri dönüşümlü bir malzemedir.
- Yüzeyde ortaya çıkan renkler sayesinde güneş ışınlarını yansıtmaz ve doğa dostudur.
- Paslanmaz çelik gibi birçok malzeme ile birlikte kullanılabilir.
- Sadece dış mekânda ve cephelerde değil iç mekânda da kullanılan bir malzemedir.

- Yüzeydeki pas tabakası korozyonun metalin derinlerine inmesini engellediğinden uzun ömürlüdür.
- Bakım gerektirmeyen bir malzeme olarak masrafsızdır.
- Boya, vernik, kaplama gerektirmediğinden maliyeti azaltmanın ekonomik avantajını sunmakla kalmaz; aynı zamanda koruyucu pasın sakinleştirici rengiyle ilişkili estetik faydalar sunup çevre dostu olmaktadır.
- Kolay kaynaklanabilir.
- Soğuk ve sıcak şekillendirme özelliklerine sahiptir (Vairamani, Mohan, Venkatesh, Karthikeyan, & Sakhivel, 2020; Es, 2018; Nippon Steel Corporation, 2019).



### **Corten çelik dezavantajları**

Corten çelik malzemesinin oldukça fazla olan avantajlarının yanı sıra az da olsa dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar;

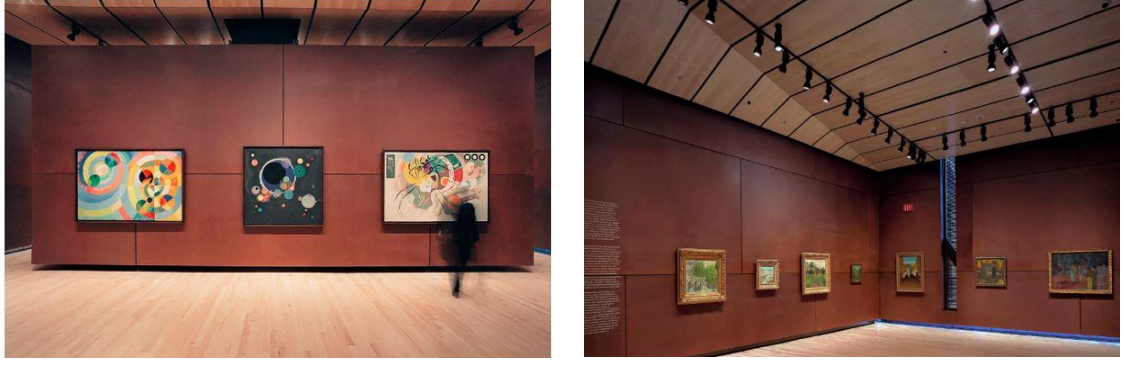
- Yüzeydeki korozyon işlemi, özellikle şehirlerde ve endüstriyel alanlarda bulunan aşındırıcı bir atmosferde tamamen durmaz.
- Corten çeliklerindeki pas katmanı dış yüzeyinde gözeneklidir ve mekanik olarak kararsızdır.
- Renklendirmenin tutarlı olması pek garanti edilemez.
- Zamanla cephe panelinin aynı renk corten ile değiştirilmesi çok zordur.
- Temas sırasında veya akan suda, ellerde veya kıyafetlerde pas lekelerine neden olabilecek pas parçacıkları bırakır.
- Pas kahvesi dışında kendinin oluşturduğu renkli bir tasarımın mümkün olmamasıdır.
- Corten malzeme yakınındaki beton, kumaş gibi yüzeylerde lekelenmeler oluşturabilir.
- Patinanın zaman içinde yavaşça oluşması ve son duruma ulaşılması ve binanın istenen görünüme sahip olması yıllar alabilmektedir (Vairamani, Mohan, Venkatesh, Karthikeyan, & Sakhivel, 2020; Es, 2018; Nippon Steel Corporation, 2019).

Corten çeliğın yıpranma sürecini hızlandırmak, sonucu stabilize etmek ve bitişik yüzeylere leke bırakmaması için Corten çeliğın bir alt dalı olan Solanum çelik geliştirilmiştir. Solanum çelik ön havalandırma işlemene tabi tutulduğu için corten çelikten farklılık göstermektedir. Solanum çelik çözünmez ve daha kararlı halde olduğu için iç mekânda da kullanılabilir.

**Çizelge 2. 5.** Corten çelik ve Solanum çelik karşılaştırılması (A. Zahner Company, 2022'den değiştirilip alınmıştır)

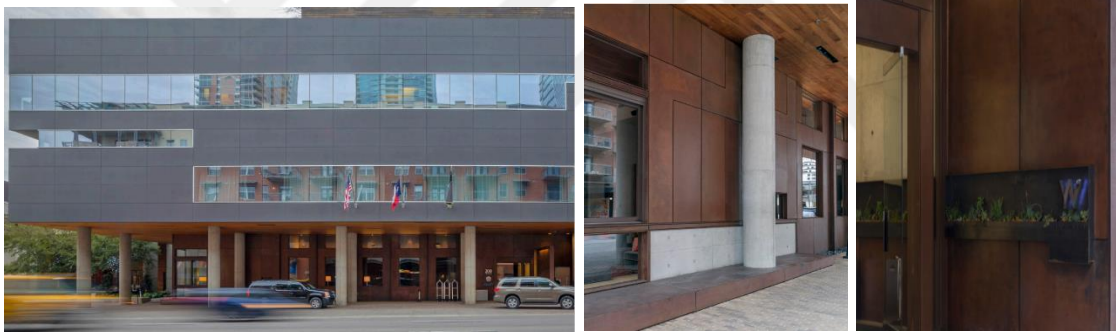
Corten çelik	Solanum Çelik
	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pul pul</li><li>• Açık tonda</li><li>• Gevşek parçacıklar içermekte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koyu tonda</li><li>• Kararlı bir yapıda</li></ul>

İç mekânda Solanum çeliğın kullanıldığı Guggenheim Hermitage Müzesi tabloların asıldığı panellerde kullanılmıştır.



**Şekil 2. 22.** The Guggenheim Hermitage Müzesi (A. Zahner Company, 2022)

Teksas'ta bulunan W Hotel'de Solanum çelik pencere, kapı kanatlarında ve cephe panellerinde kullanılmıştı. Yapı çevre duyarlı olarak tasarlanıp Silver Leed sertifikası alarak Teksas'ın sertifikalı en büyük karma kullanımlı yapısıdır (A. Zahner Company, 2022).



**Şekil 2. 23.** W Hotel (Teksas) Solanum çelik kullanımı (A. Zahner Company, 2022)

### 2.3.2. Corten çeliğin özellikleri

Corten Çeliği daha öncede belirtildiği gibi demir - karbon alaşımıdır. Bu alaşım hava koşullarına dayanıklı olarak bilinen alaşım elementleri olan fosfor, bakır, nikel, kroma ek olarak silisyum, manganez, kükürt, vanadyum ve alüminyum elementlerini içermektedir. %0.2 'den daha az karbon ve toplamda %3-5 'i geçmeyecek şekilde Cu, Cr, Ni, P, Si, Mn gibi alaşım elementlerini içeren bu çelikler düşük alaşım olup yüksek mukavemet göstermektedir. Cu, P, Cr, Ni gibi alaşım elementleri iç pas tabakasını güçlendirerek sıkılaştırır (Zhang ve diğerleri, 2014).

İçerdiği elementlerin akma-çekme mukavemeti, korozyon dayanıklılığı, süneklik - tokluk, sıcakta mukavemet, kaynaklanabilirlik, sertleşebilirlik ve aşınma direncine karşı duyarlılıkları corten çeliğin mekanik özelliğini oluşturmaktadır. Elementlerin çeliğe kazandırdığı bu özellikler Çizelge 2.5' de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 6.** Elementlerin corten çeliğe kazandırdığı özellikler (Es, 2018)

Özellikler/Alaşım Elementleri	C	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Si	Mn	P	S
Akma / Çekme Mukavemeti	++	++	+	+	++	++	++	++	++	0
Korozyon Dayanıklığı	+	++	++	++	+	+	+	+	+	-
Süneklik/Tokluk	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Sıcakta Mukavemet	-	++	+	+	++	+	++	+	+	-
Kaynaklanabilirlik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sertleşebilirlik	++	++	+	0	++	++	+	++	0	0
Soğuk Biçimlendirme	-	-	+	-	-	0	-	-	-	-
Aşınma Direnci	++	++	0	0	++	++	++	++	0	0

(++): Etkili Arttırma (+): Arttırma (-): Azaltma (0) : Etkisiz (veya göz ardı edilecek etki)

Corten çeliğin mekanik özellikleri, alaşıma ve malzeme kalınlığına bağlıdır. Corten-A alaşımı, 340 MPa akma, 480 MPa çekme mukavemetine sahiptir. Corten çelik çeşitlerinin kalınlıklarına bağlı olarak akma dayanımları, gerilme dirençleri, uzama ve sıcaklığa karşı duyarlılıkları Çizelge 2.6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 7.** Corten çelik çeşitlerinin mekanik özellikleri (Nippon Steel Corporation, 2019'dan değiştirilip alınmıştır)

Corten Çelik Çeşitleri	Kalınlık m	Akma Dayanımı, N/mm <sup>2</sup>	Gerilme Direnci, N/mm <sup>2</sup>	Uzama, %	Darbe Dayanımı	
					t, °C	KV, J
Cor-ten A	2 – 13	345	485	20	–	–
Cor-ten A <sup>1</sup>	1 – 3	310	450	22	–	–
Cor-ten AF	2 – 13	345	485	20	–	–
Cor-ten High Temp	2 – 13	345	485	18	–	–
Cor-ten B	2 – 60	345	485	19	–	–
Cor-ten B-D	2 – 60	345	485	19	-20	27

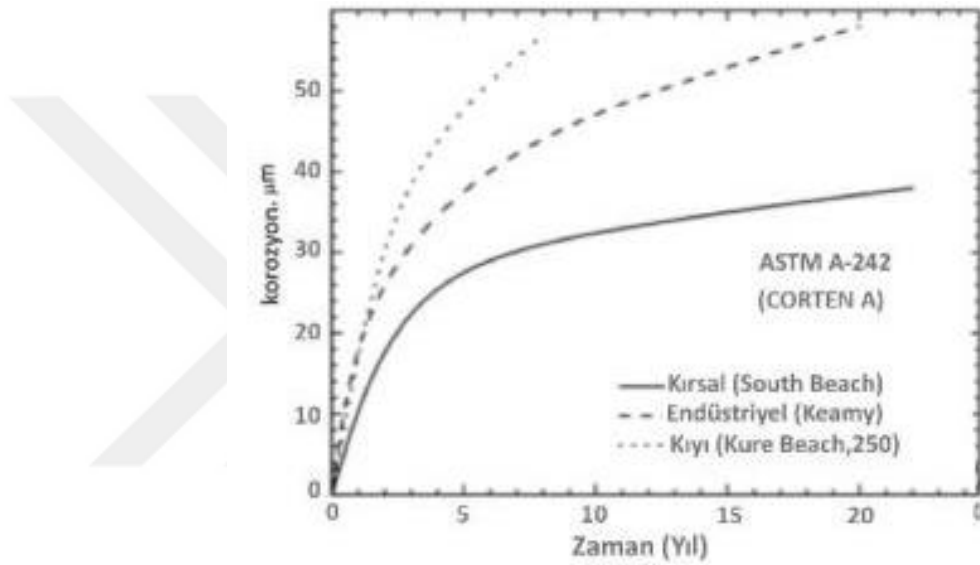
Corten çelik normal karbon çeliklerin mekanik özelliklerinin %30 daha fazlasını gösterdikleri için yapı çelik kalınlıkları ve ağırlıkları azalmıştır (Nippon Steel Corporation, 2019).

### **Korozyon Dayanımı**

Korozyon, metal yüzeylerin dış etkenlere (hava, su vb.) teması sonrasında yüzeyinde oluşan ve zamana bağlı olarak metalin daha iç kısımlarına doğru ilerleyip hasara neden olan ve malzemenin delinip, dayanıklılığının düşmesine neden olan oluşumdur. Diğer bir ifade ile korozyon, metal yapı alaşımlarının, elektrokimyasal özellikleri ve buldukları ortamın etkisi ile zaman içinde aşınıp tahrip olmasıdır (Eriç, 1994).

Bölgesel korozyon yüzeyde başlayıp derinlere inerek malzemenin delinmesine yol açmaktadır. Atmosfere maruz kaldığında corten çelik sıradan çelikle aynı şekilde paslanmaya başlar. Üst tabaka gevşek ve süreksiz, iç tabaka ise karbon çeliğine kıyasla daha sıkı ve az çatlaklıdır. Koruyucu tabaka oluşturması için çeliğin önce paslanmasına izin verilir. Birkaç yıl içinde oluşan bu kararlı pas patinası çeliğe sıkı olarak yapıştığı için gözenekli değildir. Yıllar geçtikçe de korozyona uğraması da yavaşlamaktadır. Böylece corten çelik pasla iyileştirici pas işlevinden yararlanarak çeliğin en zayıf noktası olan pası başarıyla aşmıştır (Nippon Steel Corporation, 2019)

Hava koşullarına dayanıklılıkta sıradan çeliklerin 4-8 katıdır. Ancak corten çelikte farklı iklim şartlarında farklı korozyon kayıplarına uğramakta ve çeliğin rengi, bulunduğu atmosfer koşullarına ve çevre kirliliğine bağlı olarak değişir. Kükürttten zengin atmosferler oksitlenme sürecini hızlandırarak ve daha koyu renkli bir pas patinasını oluşturmaktadır. Kırsal alanlarda, endüstri bölgelerinde ve kıyı bölgelerinde çeşitli analizlere tabi tutulan bu çelikler en ideal özelliği kırsal kesimlerde sağlamaktadır. Korozyon kaybına da en çok kıyı kesimlerinde uğramaktadır (Es, 2018; Nippon Steel Corporation, 2019).



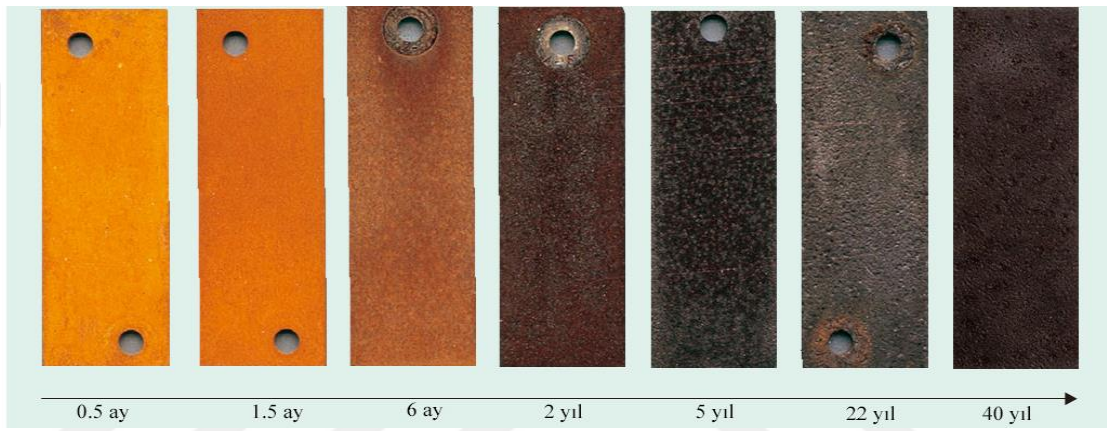
**Şekil 2. 24.** Corten çeliğin farklı iklim koşullarında korozyona uğraması (Morcillo, 2013)

Corten çeliğin kullanılacağı ortama göre her 10 yıllık periyotlar için verilmesi gerek pas payı kalınlığı Çizelge 2.7 de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 8.** Atmosfer türüne uygun verilmesi gereken pas payı (Nuetalia Grupo, 2022'den değiştirilip alınmıştır)

Atmosfer türü	İlk 10 yıl - mm	Sonraki her 10 yıl -mm
Kırsal	0.1	0.5
Kentsel	0.2	0.5
Endüstriyel	0.2	0.1

Koruyucu pas oluşturmak için hava şartlarına dayanıklı çeliğin atmosferde tekrarlanan ıslak-kuru döngülere tabi tutulması gerekir. Malzemenin sadece dış katmanın değil iç katmanında ıslandıktan sonra kurutulması gerekir. Malzeme ıslanmadığı takdirde döngüye girmediği için istenilen rengin sağlanamamasına neden olduğu gibi, kuruma problemi yaşandığında da korozif davranışlar sergilemektedir (Melchers, 2008; Zhang, ve diğerleri, 2014). Ayrıca, koruyucu pasın güneş ışığına ve yağmura maruz kalan kısımlarda oluşması daha olasıdır, ancak tuzlara maruz kalan alanlarda oluşma olasılığı daha düşüktür.



**Şekil 2. 25.** Corten çeliğin zaman içindeki renk değişimi (Nippon Steel Corporation, 2019'dan değiştirilip alınmıştır)



**Şekil 2. 26.** Hokkaido Centennial Memorial Tower 1969-2021 yılları arasındaki renk değişimi (Nippon Steel Corporation, 2019)



**Şekil 2. 27.** Univ. Okayama Pref. Alumni House ( Fotoğraf tamamlandığında çekilmiş)  
(Nippon Steel Corporation, 2019)



**Şekil 2. 28.** Kanno Museum Of Art (Fotoğraf tamamlandıktan 1 yıl sonra çekilmiş)  
(Nippon Steel Corporation, 2019)



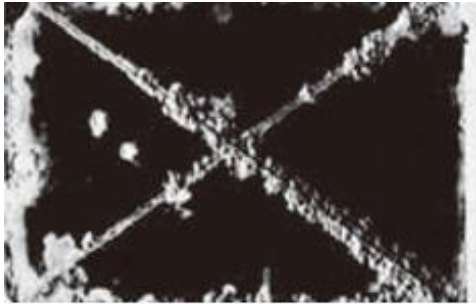
**Şekil 2.29.** Iron House Tokyo (Fotoğraf tamamlandıktan 2 yıl sonra çekilmiş) (Nippon Steel Corporation, 2019)



**Şekil 2. 30.** N Corporation Tokyo (Fotoğraf tamamlandıktan 40 yıl sonra çekilmiş) (Nippon Steel Corporation, 2019)

Corten çelik boya ile kullanıldığında ömrü olduğundan daha uzun sürmektedir. Boyanmış corten çelik ve sıradan çelik atmosfere maruz bırakıldığında boya altında metallerde oluşan korozyona bakıldığında corten çeliğin sıradan çeliğe göre 70 kat daha iyi performans gösterdiği görülmektedir (Nippon Steel Corporation, 2019).

Normal karbonlu çelik

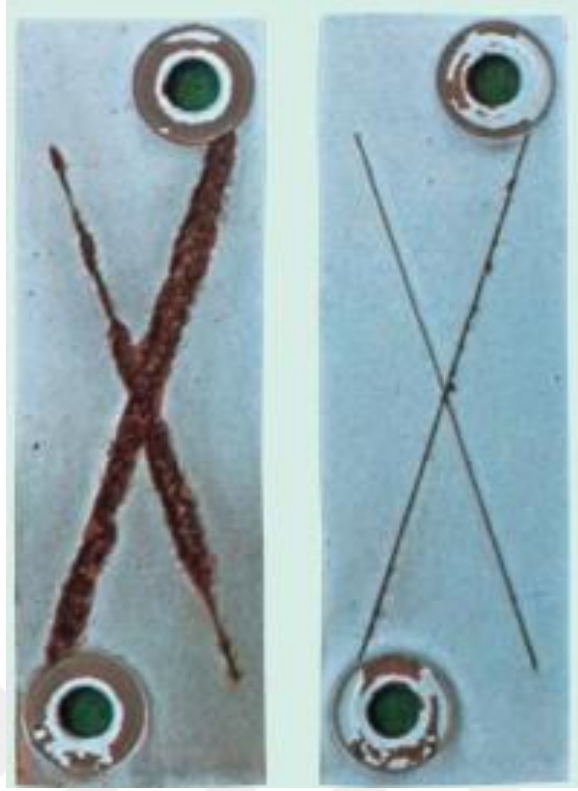


Corten çelik



**Şekil 2. 31.** Boyanmış corten çelik ve normal karbonlu çelik karşılaştırılması (Nippon Steel Corporation, 2019)

Japonya'nın Amagasaki kentinde yapılan testte 4 yıl boyunca atmosfere maruz bırakılan corten çelik ve normal karbon çeliğin korozyona karşı gösterdiği tepki Şekil 2.32'de görülmektedir.



**Şekil 2. 32.** Korozyona karşı sıradan çelik ve corten çeliğin gösterdiği tepki (Nippon Steel Corporation, 2019)

### **Termal Genleşme Katsayısı ve Isı Dayanımı**

Termal genleşme, genellikle faz geçişlerini içermeyen, sıcaklıktaki bir değişikliğe tepki olarak maddenin şeklini , alanını , hacmini ve yoğunluğunu değiştirme eğilimidir (Tipler & Mosca, 2008). Corten çeliğin termal genleşme kat sayısı  $13\mu\text{m} / \text{Mk}$  olup betonunkine yakın bir değer olup alüminyumun iki kat altındadır (Vairamani ve diğerleri, 2020). Malzemenin erime noktası  $1420\text{ }^{\circ}\text{C} / 2590\text{ }^{\circ}\text{F}$  olup erimenin tamamlanma noktası  $1460\text{ }^{\circ}\text{C} / 2660\text{ }^{\circ}\text{F}$ 'dır. Alüminyumun erime sıcaklığı  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ , çinkonun  $419\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bakırın  $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$  olduğu düşünülürse corten çeliğin erime sıcaklığı oldukça yüksektir. Bu da corten çeliğin montaj sırasında yüksek ve düşük dış ortam sıcaklığında etkilenmemesini sağlamaktadır. Dayanımı yüksek olduğu için ince kesitlerle malzemeyi kullanmayı mümkün kılmaktadır (İkiz, 2004).

Kaynak sırasında malzemenin termal genleşme katsayısı ve iletkenliği göz önüne alınmadığında, kaynak sırasında oluşan ısının lokalize kalmasına (belirli bir yerde

kalmasına) ve yüzey bozulmalarına neden olmaktadır. Kaynak sırasında ısının lokalize edilmemesi için standart kaynak prosedürleri uygulanmalıdır (İkiz, 2004).

**Çizelge 2. 9.** Corten çeliğin termal katsayısı ve ısı dayanımı (Anonim, 2022d'den değiştirilerek alınmıştır)

<b>Maksimum Sıcaklık</b>	<b>420 °C / 780 °F</b>
<b>Erime Başlangıcı</b>	<b>1420°C/ 2590 °F</b>
<b>Erime Tamamlama</b>	<b>1460°C/ 2660 °F</b>
<b>Özgül Isı Kapasitesi</b>	<b>470 J/kg-K0.11 BTU/lb-°F</b>
<b>Isı İletkenliği</b>	<b>39 W/m-K22BTU/h-ft-°F</b>

### **Enerji Korunumu**

Malzemenin ısı iletkenliği 39 W/m-K22BTU/h-ft-°F dır. Karbon çeliğin 55, alüminyumun ise ısı iletkenlik değeri 220 W/M'dır. Corten çelik bu metallerle karşılaştırıldığında alüminyumun termal iletkenlik değerinin en az 4 katı altında, karbon çeliğinde yaklaşık yarısı değerinde olduğu görülmektedir (Vairamani ve diğerleri, 2020). Bu da corten çeliği karbon çelik ve alüminyuma karşı ısı yalıtım özelliğinin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Corten çeliğin bu iletkenlik değeri enerji korunmasını ve enerji yeterliliğini sağlamaktadır.

### **Çevre Dostu**

Corten çeliğin ilk elde edilışinde 1 ton alabilmek için 2,1 ton karbondioksit doğaya salınmaktadır. Ancak %100 geri dönüştürülebilir bir malzeme olduğundan geri dönüşümden sonra 0,95 ton için 0,6 ton karbondioksit salınmaktadır. Art arda yapılan 2 geri dönüşümden sonra ise 1 ton çeliğin saldığı karbondioksit ortalaması 0,8 ton oluyor. Yani corten çelik geri dönüştürölüp kullanıldığından çok az miktarda karbondioksit salınımı gerçekleştirmektedir. Bu da corten çeliği çevre dostu yapmaktadır (Güven ve diğerleri, 2021).

Boya kaplamalarından ve boyama için gerekli temizlik işlevlerinden kaynaklanan Uçucu Organik Bileşikler (VOC) emisyonlarıyla ilişkili çevresel etkileri azaltmak, hava koşullarına dayanıklı çeliği LEED sertifikası sağlayan sürdürülebilir bir yapı malzemesi olmasını sağlamaktadır. Corten çelik yüzeyinde oluşan farklı renkler sayesinde güneş ışınlarını yansıtmaz ve doğa dostudur. Taşınma ve montaj sırasında malzemede oluşan çizikler ve çeltiklerde oksit yapısından yararlanılarak tekrardan yenilenmesinde gerek kalmadan kendi doğal yapısını bulmaktadır (Hatke, 2021; Anonim, 2022e).

### **Ekonomik oluşu**

Türkiye’de ham çelikte 2010-2020 yılı arasında 29,1 milyon tondan 35, 8 milyon ton seviyesine bir değişim görülmektedir. 2020 yılında küresel salgına rağmen yıllık %6,1 oranında artırmıştır. Kişi başı çelik tüketimi 2019 yılında Türkiye’de 335 kg, dünya ortalaması 245 kg’dır. Çelik üretimine bağlı olarak tüketim miktarı arttıkça korozyon ile daha fazla karşılaşılmaktadır. Ekonomik olarak ele alındığında dünyada 4,5 trilyon dolar, Türkiye’de ise 50 milyar dolar seviyesinde bir maliyet korozyon için harcanmaktadır. Gerekli önlemler alındığı zaman korozyon maliyetinin %25-30 civarında azaltılabilmektedir. Bu önlemler arasında corten çelik ele alındığında oluşturduğu pas patinası sayesinde korozyona karşı üstün başarı sağladığı için korozyon maliyetini azaltıp, ekonomik olmaktadır (Güven ve diğerleri, 2021).

Corten çelik ilk yapım maliyeti fazla olmasına rağmen sonradan bakım gerektirmediği için, boya kullanımı olmadan da kullanım sağladığı için yapının kullanım ömrü sürecinde bakım maliyeti olmadığı için bütüncül bakıldığında diğer malzemelere kıyasla ekonomik sayılabilir. Özellikle atmosferik koşullarda üstün koruyuculuk sağlayıp ekstra bir bakım gerektirmemesi malzemeyi ekonomik kılmaktadır (Hatke, 2021).

### **Corten Çeliğin Korunması ve Bakımı**

Normal alaşımlı çeliğe kıyasla kalınlığı daha az olan corten çelik kullanılmaya başladıktan sonra yüzeyinde oluşan kahverengi patina çeliğin korunmasını sağlamaktadır. Böylece corten çeliğe herhangi bir boya uygulaması da yapılmadan kullanılması sağlanmış oluyor. Ancak boya kullanımı tercih edildiğinde boyanın da koruyuculuğu

hesap edildiğinde corten çelik daha uzun ömürlü olmaktadır. Corten çelik pas patinası sayesinde kullanım ömrü boyunca minimum bakım ihtiyacı olmaktadır. Ayrıca corten çelik malzeme çizildiğinde ya da herhangi bir darbe aldığı anda kendi kendini onardığı için herhangi bir onarıma ihtiyaç duymaz (Hatke, 2021).

Araştırmacılar tarafından yapılan analizlere göre 1889 yılında yapılan Eyfel kulesi eğer corten çelikten yapılırdı bugüne kadar 8,6 ton boyadan ve iş gücünden tasarruf edilmiş olacaktı. Böylece bakım maliyeti minimum düzeyde olurdu (SSAB, 2022).

## **2.4 Corten Çeliğin Mimarlıkta Kullanım Alanları**

Atmosferik korozyona dirençli olmasının yanında, mekanik özelliklerinin de iyi olması corten çeliği yapılarda dış cephe elemanı olarak, taşıyıcı elemanı olarak ve dekoratif elemanı olarak iç ve dış mekânlarda görsel etki sağladığı için karşımıza çıkmaktadır.

### **2.4.1 Corten çeliğin dış cephelerde kullanımı**

Corten çeliği en yaygın olarak cephe kaplaması olarak kullanılmaktadır. Corten çelik yapıların bütününde kullanımının yanı sıra bazen sadece cephenin bir bölümünde bazen de çatılarda kullanımıyla karşımıza çıkmaktadır. Bu bölümde cephede, çatılarda, gölgeleme elemanı olarak ve olumsuz atmosferik koşullardaki yapılarda kullanımıyla ilgili örnekler incelenmiştir.

### **Corten Çeliğin Çatı ve Cephe Kaplamalarında Kullanımı**

Çizelge 2.9, 10, 11, 12, 13, 14’de corten çeliğin çatı ve cephe kaplamalarında kullanımıyla ilgili örnek yapılar incelenmiştir.




**Çizelge 2. 10.** Brückenpark Müngsten Ziyaretçi Merkezi

<b>Brückenpark Müngsten Ziyaretçi Merkezi</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Almanya	Restoran	2008	Tore Pape, Pool 2 Architekten, Kassel
			
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1- 5 mm'lik corten çelik</li> <li>2- Alüminyum kaplı profil</li> <li>3- Alüminyum bağlama aparatı</li> <li>4- 140 mm yalıtım malzemesi</li> <li>5- 240mm betonarme</li> <li>6- Pencere</li> </ol>	
		<ol style="list-style-type: none"> <li>7- Çatı üstüne 2kat 20mm OSB panel</li> <li>8- Mertek arasına 320 mm elyaf izolasyon</li> <li>9- Alçıpan tavan</li> <li>10- Çelik profil</li> <li>11- Sürgülü Kapı</li> </ol>	
<p>Yapı 2 katlı olup arkasında orman önünde nehir geçen restoran olarak tasarlanmıştır. Yapının hem cephesinin bütününde hem de çatısında corten çelik kullanılmıştır. Malzemenin seçiminde bulunduğu yeşil doku ve Müngsten köprüsü rol almıştır. Bu iki öge ile bütünlük sağlaması için corten çeliğin pas patina renginden yararlanılmıştır. Binan asıl taşıyıcı betonarme olup corten çelik kaplama olarak rol almıştır (Es, 2018; (Anonim, 2022f).</p>			

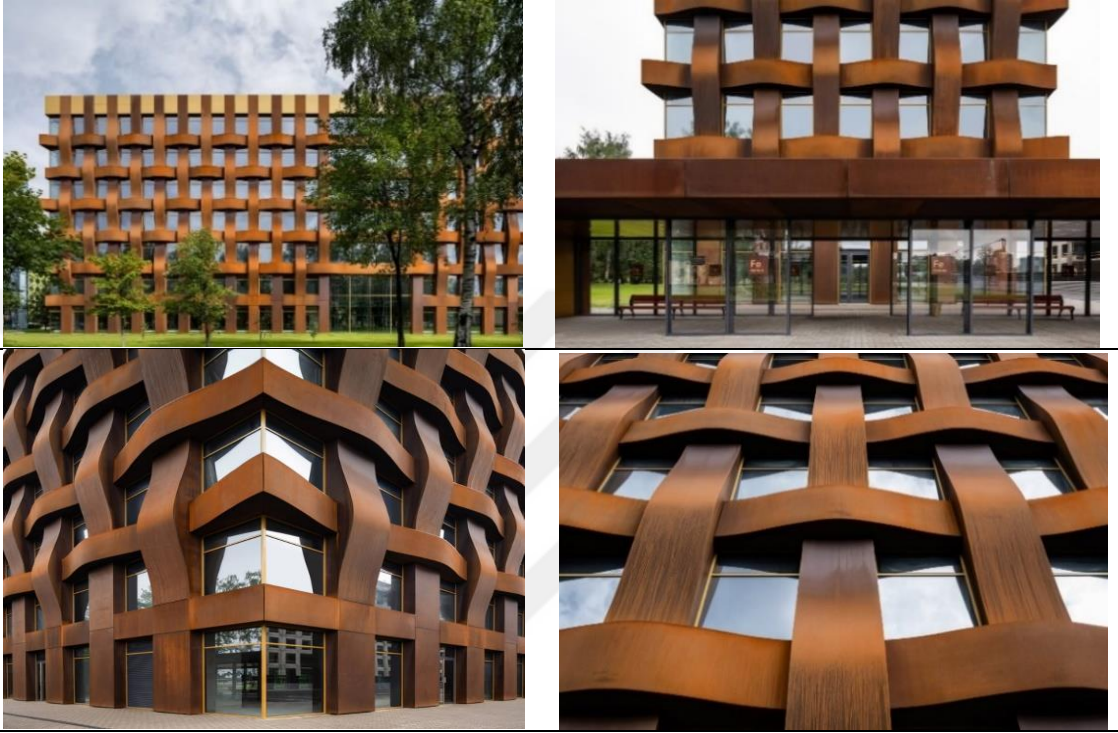
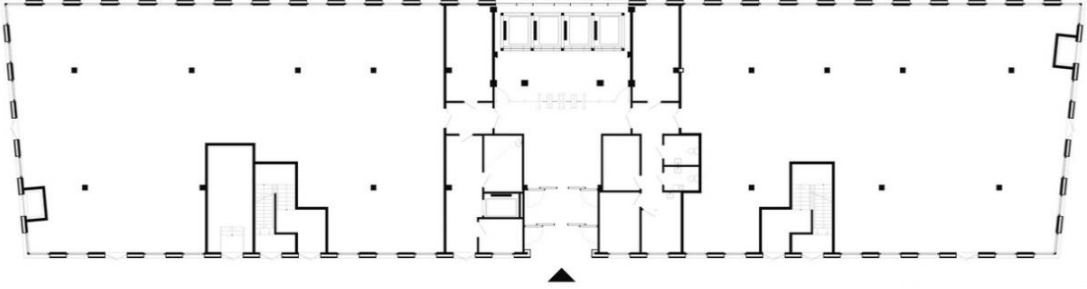
Çizelge 2. 11. Dovecote Studio

Dovecote Studio			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
İngiltere	Müzik Studiosu	2009	Haworth Tompkins
			
			
			
<p>Dovecote Studio İngiltere Snape Maltings kampüsünde bulunan harabe bir yapının yeniden kullanımı için dışarda prefabrik olarak corten çeliğin kullanılmasıyla oluşmuştur. Yapının hem kampüsteki diğer yapılarıyla hem de yapının kendisinden kalan tuğlalarıyla bütünlük sağlaması için corten çeliğin pas patinasında yararlanılmıştır. Kullanılan corten malzeme sayesinde yapı eski kırmızı tuğlalarla hem bütünlük sağlamakta hem de kendine özgü yeni halini ortaya koymaktadır. Corten çelik bu yapı da hem cephe elemanı olarak hem de çatı elemanı olarak kabuk şekilde eski yapının içine yerleştirilmiştir. Bu örnekte de görüldüğü gibi corten çelik malzemesi restorasyon projelerinde kullanılmaktadır (Anonim,2021c).</p>			

**Çizelge 2. 12. Nanning Garden Expo Park**

<b>Nanning Garden Expo Park</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Çin	Park	2018	Xiangrong Wang, Qing Lin
			
			
		<p>2018 yılında Nanning’de yapılan Çin Uluslararası Bahçe Fuarı şehrin tepelik eteklerinde bir nehir boyunca uzanan bir alanda yapılmıştır. Alanın güneydoğusunda taş ocağı bulunmaktadır. Taş ocaklarını dönüştürmek için çiçek bahçeleri oluşturulmuştur. Alanda bulunan okul yapısında, oluşturulan köprülerin ve platformların korkuluklarında yerleşim yeri ile bütünlük sağlaması için corten çelik kullanılmıştır (Anonim, 2022g).</p>	

**Çizelge 2. 13. Ferrum 1 Ofis Binası**

<b>Ferrum 1 Ofis Binası</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Rusya	Ofis Binası	2021	Tchoban Voss Architekten
			
			
<p>Zemin kat Planı</p> <p>7 katlı iş merkezi Rusya’da corten çeliğin kullanıldığı ilk yapıdır. Yapı tarihi bir alanda bulunduğu için bütünlük sağlamak için corten çeliğin pas patinası renginden yararlanılmıştır. Yapının ismide corten çeliğe referans olsun diye Ferrum latince demir anlamına gelmektedir. Üç boyutlu olarak tasarlanan yatay ve dikey corten çelik şeritler cepheyi örgü şeklinde birbiri içinden geçmektedir. Cam yapıda corten çelikle yer yer sağırlar oluşturulmuştur (Anonim,2022h).</p>			

**Çizelge 2. 14. Raif Dinçök Kültür Merkezi**

<b>Raif Dinçök Kültür Merkezi</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Türkiye// Yalova	Kültür Merkezi	2010	Emre Arolat
<p>Mies van der Rohe ödüllü kültür merkezinde çok amaçlı salon, atölye odası, düğün ve sergi salonları, kütüphane, ofis ve kafeterya gibi kütleler bulunmaktadır. Bu kütleler binanın ana cephesinden ve birbirinden bağımsız olarak bina içinde bulunmaktadır. Corten çelik yapının bulunduğu şehrin hem endüstrisine hem de endemik bitlerin yetiştirilip sergilenmesinden kaynaklı olan bu doğal yönüne atıfta bulunmak için kullanılmıştır. Corten çelik delikli olarak kullanılarak dışardan iç mekânların rahat algılanmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu şekilde doğal hava sirkülasyonu sağlamaktadır (Targowski &amp; Kulowski, 2021)</p>			

Çizelge 2. 15. Prof. Dr. Fuat Sezgin Halk Kütüphanesi

Prof. Dr. Fuat Sezgin Halk Kütüphanesi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Türkiye// Diyarbakır	Kütüphane	2018	Studio Vertebra



8.580 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde bulunan kütüphane Diyarbakır'ın Sur içi bölgesinin sokak-avlu ilişkisi ve dam kullanımından türeyen kademeli yapısından esinlenerek tasarlanmıştır. Yapının cephesini saran ve yer yer saydamlaşan akıllı zar olarak tasarlanan corten çeliğin dokusu ve pas patinasının hassasiyeti Sur içi bölgesinin tarihine atıfta bulmaktadır. Corten çelik avlu kısmında gölgelendirme elemanı olarak kullanılarak kullanıcılara konforlu açık alan sunmaktadır. Yapıda Diyarbakır'ın geleneksel mimarinde sıklıkla kullanılan doğal taş ana materyal olarak kullanılmıştır (Anonim, 2022).

## Corten Çeliğin Gölgeleme Elemanı Olarak Kullanımı

Corten çeliğin yaygın olarak kullanım alanları arasında cephede gölgelendirme elemanı olarak kullanılması gelmektedir. Corten çeliği delikli, lazer kesim ve panel şeritler halinde güneş kırıcı olarak kullanılmaktadır. Korozyona dayanaklı olması, bakım gerektirmediği için ve estetik değerleri nedeniyle özellikle bitkilerle birlikte kullanarak gölgelendirme sağlamaktadır. Çizelge 2.15, 16, 17, 18’de corten çeliğin gölgelendirme elemanı olarak kullanılmasına örnekler incelenmiştir.

Çizelge 2. 16. F35 Evi

F35 Evi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Brezilya	Konut	2019	Heriane Ramos Eduardo Felin
			
		<p>Yapı sosyal hayatı yoğun olan bir aile tasarlandığı için dış mekânlarla bağlantı kuracak yarı açık alanlar tasarlanmıştır. Yarı açık alanlarda üst örtü olarak corten çeliğin kullanıldığı saçaklarla birlikte bitkilerden yararlanılmıştır. Yapıda ahşap, taş ve corten çelik birlikte kullanılmıştır. Yapıda corten çeliği havuzun olduğu bölümde gölgelendirme elemanı olarak, giriş cephesinde bitkilerin içinde yetiştiği alanda ve çatı kısmında delikli olarak kullanılmıştır (Anonim, 2022i).</p>	
			

Çizelge 2. 17. Corten Evi

Corten Evi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Belçika	Konut	2013	DMOA Architecten
			
			
 <p style="text-align: right;">Zemin kat Planı</p>			
<p>Yapıda corten çelik hem cephede hem de dışarda mekânlardaki boşlukları tanımlamak için kullanılmıştır. Corten çelikten oluşan paneller cephede güneş kırıcı görevi görürken, bahçe kısmında yarı açık alanları tanımlamaktadır. Corten çelik yer yer plak şekilde yer yer de delikli şekilde kullanılmıştır. Garaj kapısında da corten çelik plaka olarak kullanılmıştır (Anonim, 2022j).</p>			

Çizelge 2. 18. Steel Bant

Steel Bant			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Fransa	Ofis Binası	2012	Atelier Arcau
			
<p>Sürdürülebilir yapı ilkelerini benimseyerek tasarlanan ofis binasında cephede güneş kırıcı olarak ve sağır bazı duvarlarında corten çelik kullanılmıştır. Arazanın kuzeyindeki karmaşık yerleşim alanına sırtını dönmek için corten plaklar kullanılmış. Diğer cephelerde ise corten malzemenin kullanıldığı delikli ve sağır şeritler güneş kırıcı olarak görev yapmaktadır. Balkonlardaki korkuluklarda da delikli panel corten kullanılmış (Anonim, 2022k).</p>			

Çizelge 2. 19. Albanueva Evi

Albanueva Evi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Arjantin	Konut	2019	Ezequiel Amado Cattaneo
			
<p>Yapıda corten çelik hem sağır plaklar şeklinde hem de delikli olarak kullanılmıştır. Cephede yer yer mahremiyet için sağır olan corten çelik, manzaranın olduğu kısımlarda delikli olarak kullanılmıştır. Cam kullanımının yoğun olduğu cephede güneş kırıcı görevi olarak kullanılmış. Bahçe duvarında da delikli corten çelik kullanılmıştır (Anonim, 2022).</p>			

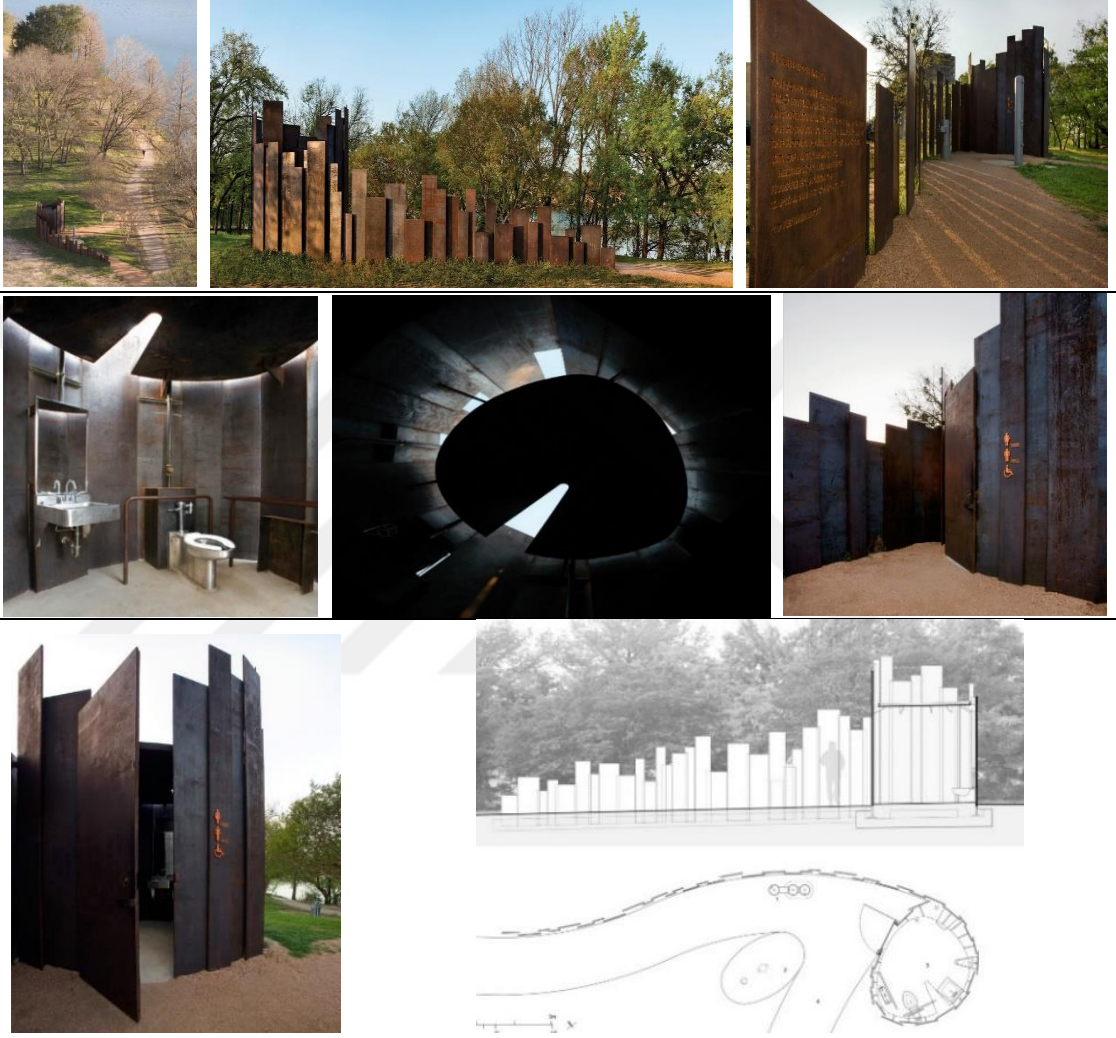
## Corten Çeliğin Olumsuz Atmosferik Koşullardaki Yapılarda Kullanımı

Corten çeliğin üstün korozyon direnci ve aşınmaya karşı dirençli olması olumsuz atmosferik koşullarda (kıyı bölgeleri, endüstri bölgeleri vb.) yoğun kullanılmasını sağlamaktadır. Çizelge 2.19, 20, 21, 22’de corten çeliğin olumsuz atmosferik koşullardaki yapılarda kullanımı ile ilgili örnek yapılar incelenmiştir.

Çizelge 2. 20. Fukura Liman Yapısı

Fukura Limanı Yapısı			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Japonya	Gözetleme ve sığınak	2010	Endo Shuhei
			
		<p>Limanda bulunan yapı tsunami sırasında sığınak olarak kullanılmak üzere ve bentleri kontrol etmek için yapılmıştır. Korozyonun hızlı şekilde olduğu kıyı bölgesinde bulunan yapıda corten çeliğin kullanılmasının nedeni korozyona karşı üstün başarısıdır. Tsunami sırasında yapı direk suyla temas edeceği için sudan en az şekilde zarar görmesi için corten çelik kullanılmıştır. Pas patinasının oluşturduğu doğal rengin estetik özelliğinden yararlanılmıştır (Anonim, 2022m).</p>	
			

Çizelge 2. 21. Trail Tuvaleti

Trail Tuvaleti – Lady Bird Lake ve Bike Trail			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
ABD	Tuvalet	2007	Miro Rivera Architects
			
<p>Tuvalet yapısı Colorado Nehirinin kıyısında bulunan parkta bulunmaktadır. Yapıda 49 adet farklı 2 cm kalınlığıdaki corten çelik paneller kullanılmıştır. Paneller yere gömülerek spiral plana sahip tuvalet yapısını oluşturmaktadır. Tuvalet yapısının parkta heykelsi bir görünüm sağlaması için ve nehir kıyısında korozyona karşı korumak için corten çelik malzeme tercih edilmiştir. Plakalar güneşi ve temiz havayı içeri almak için kademeli yerleştirilmiştir. Yapıya ait sıhhi tesisatı ve armatürleri de corten çelik malzemesi oluşturmaktadır (Anonim, 2022n).</p>			

Çizelge 2. 22. Ötzi Peak Gözetleme Kulesi

Ötzi Peak Gözetleme Kulesi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
İtalya	Gözetleme Kulesi	2020	Noa Mimarlık
			
			
<p>Schnals Vadisi Buzulunda bulunan deniz seviyesinden 3.000 metre yüksekliğinde tasarlanan yapı kayakçılara, ziyaretçilere günü birlik kalma imkânı sunan otel olarak geçmektedir. Yapının tamamı, yapıya ulaşımı sağlayan köprü corten çelikten inşa edilmiştir. Corten çeliğin seçilmesinde doğayla bütünlük sağlayan pas patine rengi ve yapının bulunduğu konum nedeniyle sürekli karla temas ettiği için korozyona uzun süre dayanımlı ve aşınmaya karşı üstün direnci rol oynamasıdır. Yapı belli noktalarda zemine temas edip corten çelikten olan ince kesitli kirişler üzerine oturtulmuştur. Zeminde ve korkuluklarda da corten çelik kullanılmıştır (Anonim, 2022o).</p>			







**Çizelge 2. 23. Pri Reis Üniversitesi**

<b>Pri Reis Üniversitesi</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Türkiye// İstanbul	Üniversite	2014	Kreatif Mimarlık
			
<p>Ana yapıyı destekleyen brüt betonla inşa edilmiş ızgara sistem üzerine corten çelik paneller monte edilmiştir. Corten çelik yer yer panel olarak, yer yer perfore olarak kullanılmıştır. Doğal görünümlü, sade ve yaşayan bir yapı istenildiği ve denize yakınlığı nedeniyle gemilere, tersanelere atıfta bulunmak için gemilerde kullanılan corten çelik tercih edilmiş. Tercih edilmesinin bir diğer nedeni düşük bakım giderleri ve %100 geri dönüştürülür olmasıdır (Es, 2018).</p>			

## 2.4.2 Corten çeliğin taşıyıcı sistemlerde kullanımı

Korozyona karşı dirençli olduğu için yapının uzun süre ayakta kalmasına olanak sağladığından yapılarda taşıyıcı sisteminde de corten çelik kullanılmaktadır. Özellikle pas payı az verildiğinden taşıyıcı sistemlerde corten çelik ince kesit şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Çizelge 2.23, 24, 25, 26'da corten malzemenin taşıyıcı olarak kullanıldığı örnekler incelenmiştir.

Çizelge 2. 24. Marks Kulesi

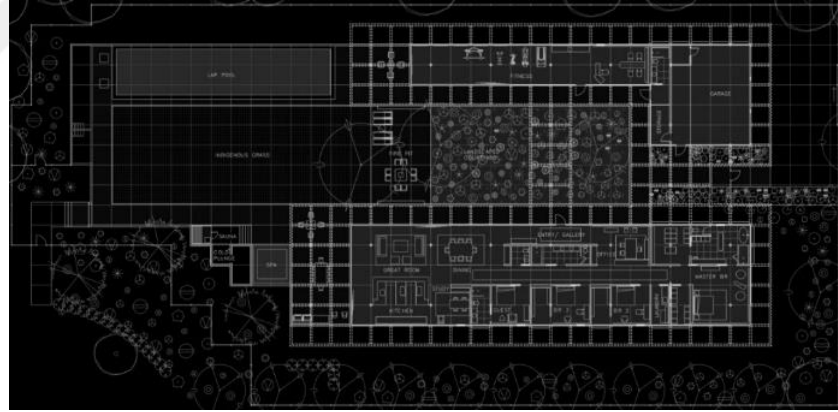
Marks Kulesi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Danimarka	Gözetleme Kulesi	2021	Bjarke Ingels Grubu
  			
  			
<p>Kule Danimarka'da bulunan Milli Park Wadden Denizi'nin bataklık kısmında manzarayı seyir amaçlı olarak tasarlanmıştır. 25 metre yükeklğine sahip yapı bulunduğu peyzajdan heykelsi bir şekilde yükselirken corten çelik malzemenin kullanımıyla basit tasarımıyla doğal bir estetik sağlamaktadır. Corten çelikten oluşan çift sarmal iki merdiven ve çekirdekte bir asansörden oluşan yapı ziyaretçilere deniz, kumul, orman, fundalık ve vahşi hayvan yaşamını izlemeyi sunmaktadır (Anonim, 2022ö).</p>			

**Çizelge 2. 25. Helfstyn Kalesi Saray Rekonstrüksiyonu**

<b>Helfstyn Kalesi Saray Rekonstrüksiyonu</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Çek Cumhuriyeti	Müze	2020	Atelier-r
			
			
<p>Sarı ile işaretli alanlar Corten çeliğin kullanıldığı alanlar.</p> <p>2014 yılında duvarları dökülmeye başlayan kale kapanmıştır. Daha sonra kaleyi olduğu haliyle korumak için yenileme kararı alınmıştır. Ziyaretçilere gezinti rotaları sağlamak için yapının boşluklu kısımlarına corten çelikten bağlantılar oluşturuldu. Yapıda corten çelik merdivenlerde, yaya köprülerinde ve bazı odaların üstünü kapatmak için örtü olarak kullanılmıştır. Corten çelik tarihi yapının mevcut haliyle bütünlük sağlayıcı tarihi duvarlara uyum sağlamıştır. Kalenin tarihtede demir işçiliğinde olmasına referans göstermek için corten çelik tercih edilmiştir (Anonim, 2022p).</p>			

Çizelge 2. 26. Arizona Avlu Evi


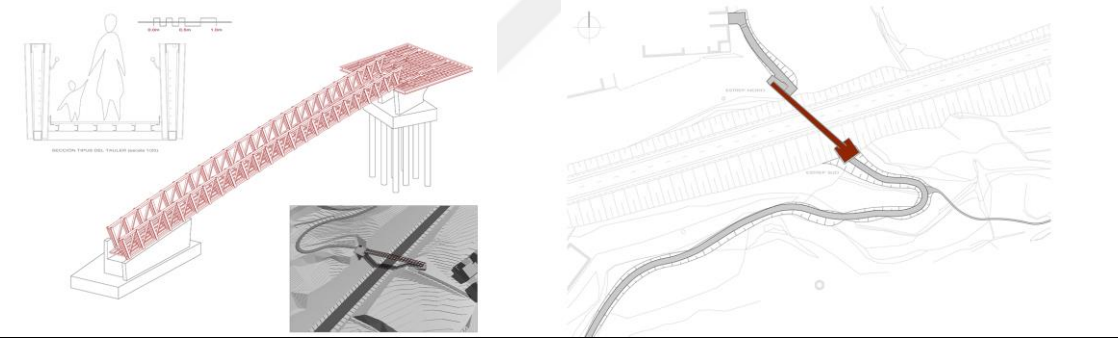
Arizona Avlu Evi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
ABD	Konut	2017	Optima DCHGlobal



Zemin kat planı

Corten çeliğin kullanıldığı yapıda sürdürülebilir bina sistemleri kullanılmıştır. Yapıda corten çelik ana taşıyıcıları oluşturmakta olup, yarı açık alanlarda kullanılan strüktürde ve cephede güneş kırıcı olarak kullanılmıştır. Yapıyı yağmurdan korumak için yükseltilmiş beton zemine oturtup, iki yönlü yapısal çelik çerçeve oluşturulmuş. Kullanılan corten çelik çerçeve geniş konsollar oluşturmalarını sağlamıştır. Malzeme seçiminde corten çeliğin sürdürülebilir özellikleri ve estetik değerleri ile kullanılan betona tezatlık oluşturması etkili olmuştur (Anonim, 2022r).


**Çizelge 2. 27. Sant Pere Sacarrera Yaya Köprüsü**

<b>Sant Pere Sacarrera Yaya Köprüsü</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
İspanya	Köprü	2012	Alfa Polaris
			
			
<p>Sant Pere kasabasını ormanlık bir alana bağlamak için yayalar için tasarlanan yapıda corten çelik kullanılmıştır. Yapı da aranan en önemli özellik yaşam ömrü boyunca az bakım ve maliyetin az olmasıdır. Hem yayalar için hem de sürücüler için görsel bir deneyim sunmanın yanı sıra yapının yaşam boyunca maliyetinin az olması, doğal çevreyle uyumlu olması için corten çelik seçilmiştir. Köprü corten çelikten oluşan iki ana asimetrik kiriş üzerine oturtuluyor. Köprüde düşük maliyetli LED aydınlatmalar kullanılmıştır (Anonim, 2022s).</p>			

### 2.4.3 Corten çeliğin dekoratif amaçlı kullanımı

Corten çelik yapısal olarak kullanımının yanı sıra dekoratif olarak iç mekânlarda, heykellerde, aydınlatma elemanları, saksı, bank gibi şehir mobilyalarında, merdiven ve balkon korkularında kullanılmaktadır. Çizelge 2.27, 28, 29, 30, 31, 32, 33’de corten çeliğin dekoratif amaçlı olarak kullanıldığı yapılar incelenmiştir.

Çizelge 2. 28. Pizzeria Casuale (Anonim, Pizzeria Casuale, 2022ş)

Pizzeria Casuale			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Brezilya	Restoran-Bar	2020	Roby Macedo
			
<p>Var olan yapı üzerinden değişiklik yapıp yeniden kullanılan yapı restoran ve bar olarak kullanılmaktadır. Yapının girişi için bir tünel oluşturmak ve eski mevcut pencereleri gizlemek amacıyla tamamı içi boş corten çelikten bir strüktür oluşturulmuştur. Strüktür belli kısımlarda içinde ağaçlar olan corten çeliğin kullanıldığı vazolarla desteklenmiştir. İç mekânlarda da yer yer corten paneller kullanılmıştır (Anonim, 2022ş).</p>			

**Çizelge 2. 29. Kule 1, 420 Konut Binası**

<b>Kule 1, 420 Konut Binası</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
New York	Rezidans	2019	ODA New York
			
			
<p>22 kattan oluşan yapı 252 daireden oluşmaktadır. Yapıda corten çelik yer yer manzarayı gizlemek, yer yer ortaya çıkarmak için oluşturulan üçgen şeklindeki panellerde kullanılmıştır. Resepsiyon kısmında da arka panelde dekoratif amaçlı üçgen formda kullanılmıştır (Anonim, 2022t).</p>			


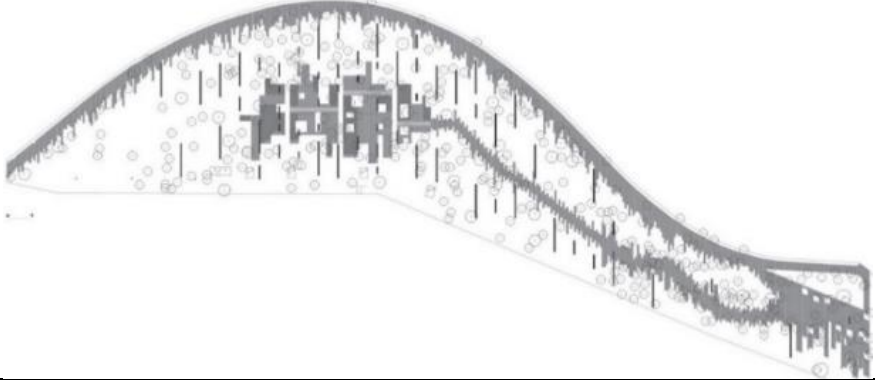
Çizelge 2. 30. Arma Dönüşüm Projesi

Arma Dönüşüm Projesi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Moskova	Restoran, atölye, ofis	2015	Igor Shvartsman, Vladimir Labutin, Alexey Medvedev
			
<p>Eskiden Moskova'nın gaz tesisi olan yapı kompleksi dönüştürülüp atölye, ofis binaları ve restoranlar olarak kullanılmaktadır. Dönüşüm projesinde yapının mevcut haliyle bütünlük sağlaması için banklarda, saksılarda ve küçük istinat duvarlarında corten çelik malzemesi kullanılmıştır (Anonim, 2022u).</p>			

Çizelge 2. 31. Slovakya Şehir Mezarlığı

Slovakya Şehir Mezarlığı			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Slovakya	Mezarlık	2018	STOA Architekti
			
			
		<p>Şehir mezarlığı yeşil bir orman olarak tasarlanıp sürdürülebilirlik ilkeleri benimsenerek tasarlanmıştır. Mezarlığa anıtsal heykelsi bir kapıdan girilmektedir. Bu kapıda bulunan heykeller brüt beton, ahşap ve corten çelikten oluşmaktadır. Corten çelik alandaki bilgilendirme panolarında, çöp kutularında ve armatürlerde de kullanılmıştır (Anonim, 2022ü).</p>	

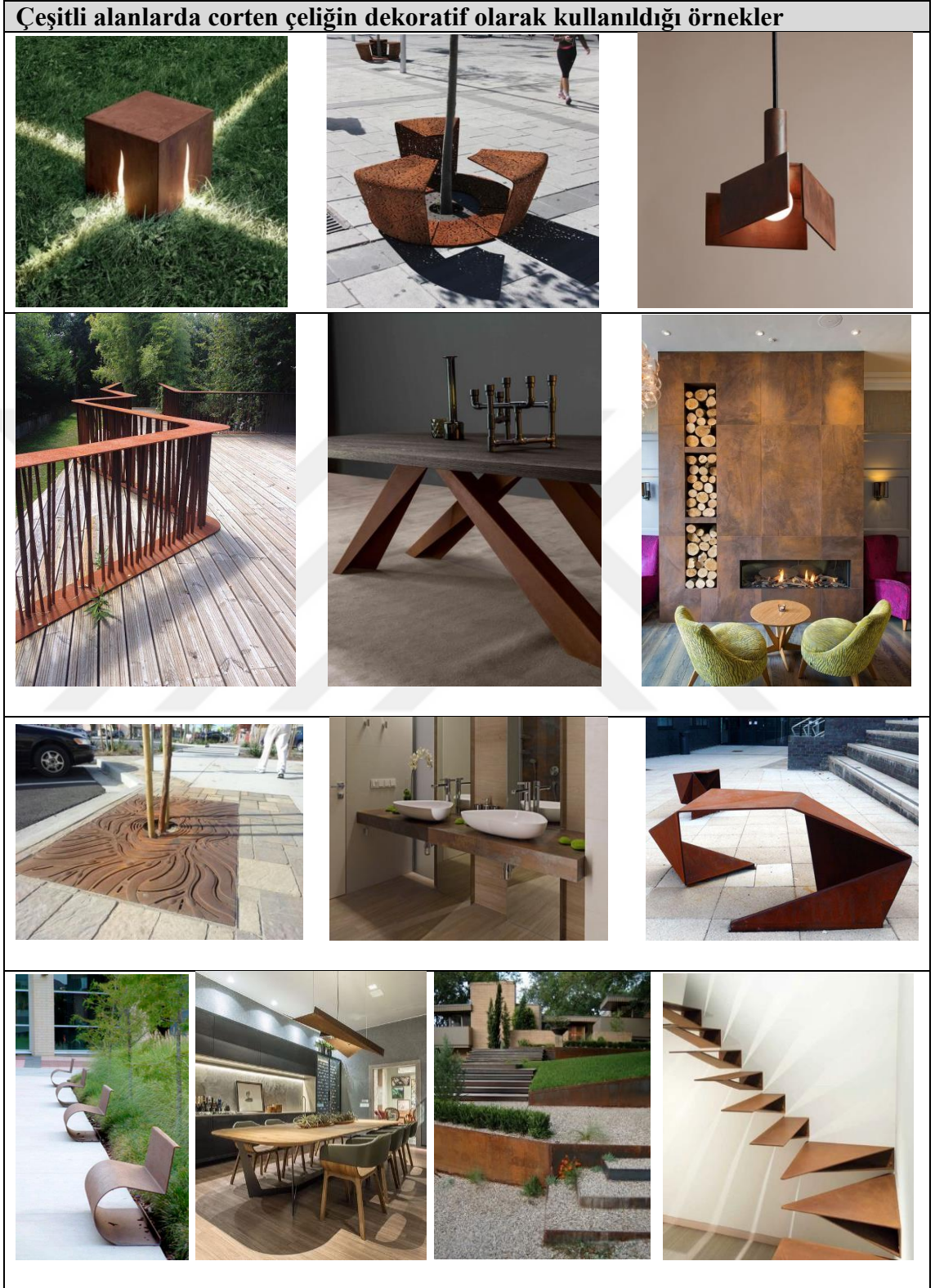
Çizelge 2. 32. Anıt Merkezi

Anıt Merkezi			
Bulunduğu Yer	İşlev	Yapım Tarihi	Mimar
Meksika	Anıt Mezarlık	2013	Gaeta Springall Arq.
			
			
<p>Anıt mezarlık şiddet mağdurları için tasarlanmıştır. Anıt mezarlıkta 70 adet corten çelikten oluşan panellerden oluşmaktadır. Bu paneller üzerinde mağdurlarla ilgili yazılar bulunmaktadır. Corten çeliğin seçilmesinin nedeni malzemenin yaşam süresince farklı renklere bürünmesidir. Malzemenin paslı ya da açık renkli yüzeyleri kendimizi kaybedebileceğimizi, kendimize ekleyebileceğimizi ya da kendimizi parçalayabileceğimizi anlamına gelerek atıfta bulunulmuştur (Anonim, 2022v).</p>			

**Çizelge 2. 33. Watergarden Alışveriş Merkezi**

<b>Watergarden Alışveriş Merkezi</b>			
<b>Bulunduğu Yer</b>	<b>İşlev</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Mimar</b>
Türkiye// İstanbul	Alışveriş Merkezi	2015	MDArch Mimarlık
			
		<p>2015 yılında tamamlanan alışveriş yapısının 5 bin m<sup>2</sup>'lik meydan üzerinde bulunan havuzunun çevresinde bulunan saksılarda corten çelik kullanılmıştır. Corten çeliğin üzerinde oluşan pas patinasının toprak ve yeşille ilişkilendirilmesi malzemenin tercih edilmesini sağlamıştır (Es, 2018).</p>	

Çizelge 2. 34. Corten çeliğin dekoratif kullanım örnekleri (Anonim, 2022y)



## 2.5 Corten Çelik Malzemenin Sürdürülebilirliği

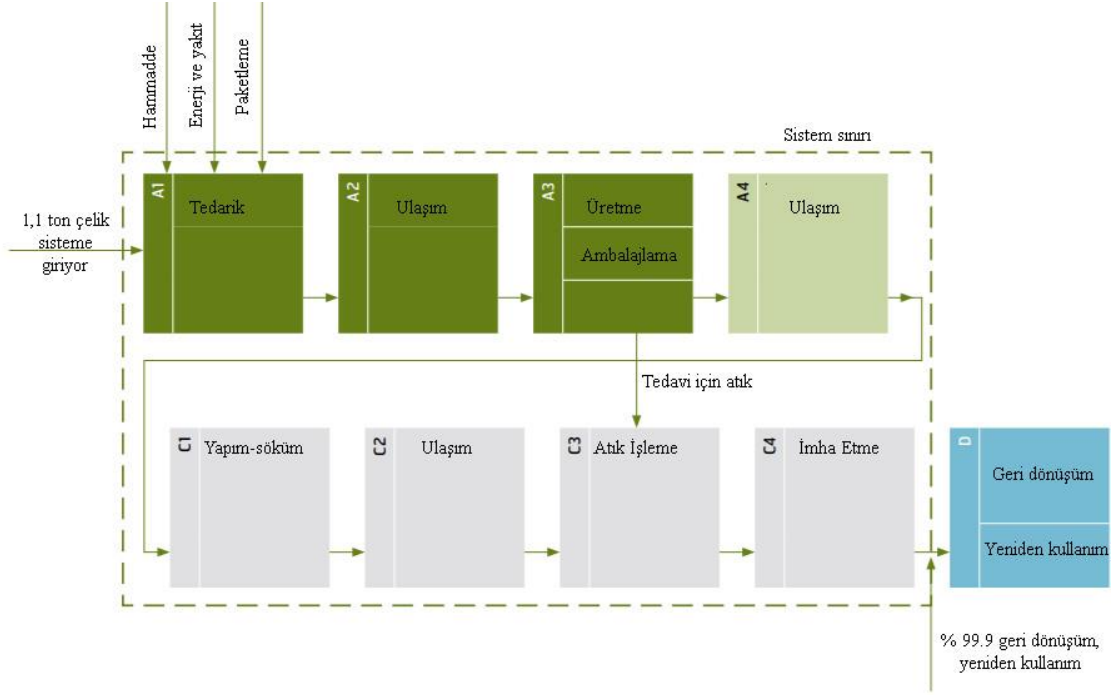
2.1 bölümünde belirtildiği gibi sürdürülebilirliğin sosyal-ekonomik-çevresel boyutu bulunmaktadır. Bu bölümde de corten çelik malzemesi sürdürülebilirliğin bu boyutları açısından incelenecektir. Ancak bu çalışma malzeme açısından ele alındığı için sosyal boyutu kapsam dışı kalıp ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik anlamında değerlendirme yapılabilmektedir.

Corten çeliğin çevresel etkilerini ve sürdürülebilirlik kriterlerini sağlayıp sağlamadığını anlamak için malzemenin yaşam döngüsü ele alınmaktadır. Corten çeliğin yaşam döngüsü üretim süreci ve kullanım süreci olarak iki aşamada karşımıza çıkmaktadır. Yani corten çeliğin hammadde alımından, üretilmesi, kullanım alanına ulaşımı, montajı, yapının hayatı boyunca gösterdiği performansı ve yapı ömrünü tamamladıktan sonra malzemenin atık yönetiminin nasıl olduğu şeklinde ele alınmaktadır. Üretim süreci hammadde ve geri dönüştürülmek için kullanılan hurdaların fabrikada işlenmesiyle corten çelik malzemesi oluşmaktadır. Üretilen corten çelik malzemesi üretim sürecinin son aşaması olan montaj için şantiyelere ulaştırılmaktadır. Bu sürecin tamamlanmasında yüksek enerjiler kullanılıp, havaya ve suya atıklar bırakılmaktadır. Sürdürülebilir olması için harcanan hammadde tüketiminin, kullanılan enerjinin, oluşan atıkların belirli değerler arasında olması gerekmektedir. Malzemenin fabrikadan montaja ulaştırma sırasında nakliye için gereken enerji ve yakıt tüketimi yadsınamayacak boyuttadır (İkiz, 2004).



**Şekil 2. 33.** Corten çeliğin yaşam döngüsü (SSAB, 2022'den değiştirilip alınmıştır)





**Şekil 2. 35.** Corten çeliğin yaşam döngüsünün evreleri (SSAB, 2020'den değiştirilip alınmıştır)

**Çizelge 2. 35.** Corten çelik yaşam döngüsü evrelerinde gerekli enerji (SSAB, 2020'den değiştirilip alınmıştır)

Yaşam döngüsündeki birimler için sonuçlar								
Gösterge	Birim	Total A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP fosil	kg CO <sub>2</sub>	2,40E+03	5,56E+01	6,42E-01	4,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,58E+03
GWP biyojenik	kg CO <sub>2</sub>	8,26E+00	2,52E-01	1,64E-03	1,96E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,13E+00
GWP -luluc	kg CO <sub>2</sub>	7,71E-01	1,52E-02	6,86E-05	1,13E-03	0,00E+00	0,00E+00	-5,14E-03
GWP total	kg CO <sub>2</sub>	2,41E+03	5,59E+01	6,44E-01	4,51E+00	0,00E+00	0,00E+00	-1,57E+03
ODP	kg CFC 11	7,43E-06	1,05E-05	1,13E-07	8,63E-07	0,00E+00	0,00E+00	4,29E-05
AP	mol H+	6,72E+00	2,62E-01	6,64E-03	1,91E-02	0,00E+00	0,00E+00	-3,50E+00
EP temiz su	kg P*	1,19E-02	4,55E-03	4,57E-05	3,59E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,23E-01
EP deniz	kg P *	1,69E+00	7,37E-02	2,86E-03	5,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	-7,48E-01

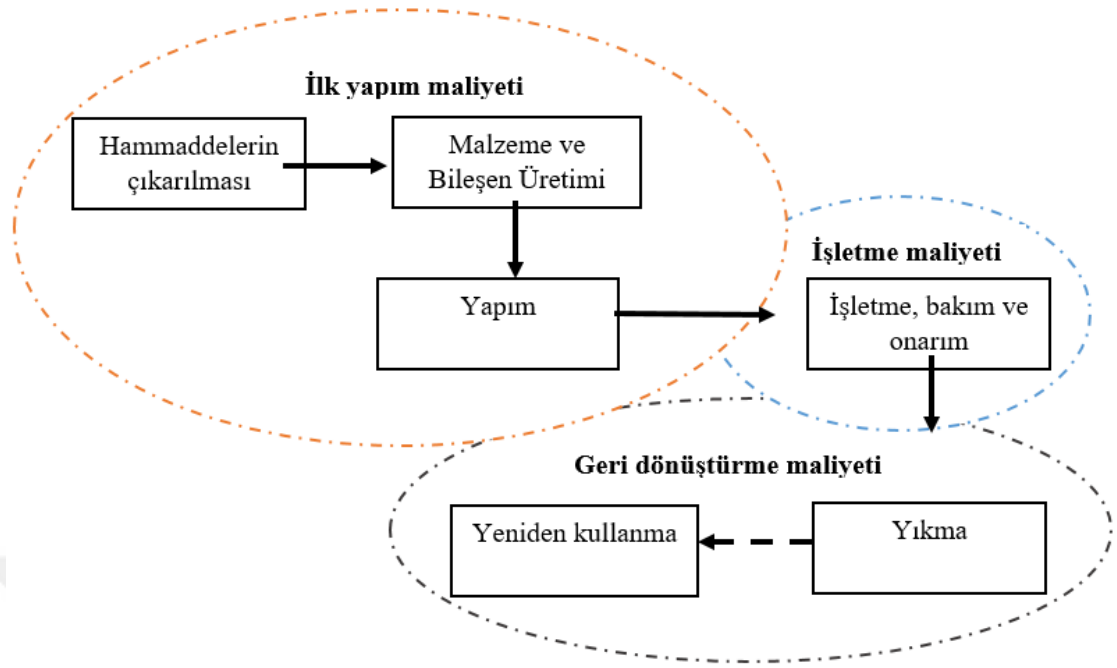
EP karasal	kg P*	1,84E+01	8,14E-01	3,14E-02	6,22E-02	0,00E+00	0,00E+00	-8,02E+00
POCP	kg NMV OC	5,04E+00	2,46E-01	8,51E-03	1,94E-02	0,00E+00	0,00E+00	-2,80E+00
ADP mineraller ve metaller**	kg Sb	4,02E-03	1,27E-04	3,23E-07	8,42E-06	0,00E+00	0,00E+00	4,18E-03
ADP fosil	MJ	2,65E+04	8,60E+02	9,18E+00	7,06E+01	0,00E+00	0,00E+00	-1,48E+04
WDP	m3	-1,47E+02	-9,39E-02	-7,68E-05	-5,98E-03	0,00E+00	0,00E+00	-8,53E+00
<p>Kısaltmalar  GWP: Küresel ısınma, GWP luluc: Küresel ısınma potansiyel arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği, ODP: Stratosferik ozon tabakasının tükenme potansiyeli, AP: Asitleştirme potansiyeli, EP: Östrifikasyon potansiyeli, POCP: Trofosferik ozonun oluşum potansiyeli, ADP: Fosil olmayan kaynaklar için abiyotik tükenme potansiyeli, WDP: Yoksunluk ağırlıklı su tüketimi  Elektrik kaynağı: Elektrik için kullanılan emisyon faktörü 269 g CO2-eq./kWh.</p>								

### 2.5.1 Corten çeliğin ekonomik açıdan sürdürülebilirliği

Sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunda bireylerin ve toplumun ihtiyaçlarını doğaya zarar vermeden karşılamasını içermektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik hammadde ve iş gücünün ekonomik bir döngü içerisinde kaynakların doğru kullanılması, çevreye olan zararın minimumda tutulması, yenilenebilir kaynak kullanımının teşviki ve kaynak tüketiminin azaltılması gibi hem çevresel içerikli hem de ekonomik içerikli konuları içermektedir (Yılmaz, 2021).

Bu bölümde de corten çeliğin üretilmesinde başlayıp, yaşam ömrünü tamamlayıp, atık yönetimine kadar ekonomik boyutu irdelenecek.

Corten çeliğin yaşam döngüsü boyunca oluşan maliyeti ilk yatırım maliyeti, işletim maliyeti ve geri dönüşürme maliyeti olmak üzere üçe ayırmak mümkündür (İkiz, 2004).



**Şekil 2. 36.** Corten çeliğin maliyet sınıflandırılması (İkiz, 2004'den değiştirilip alınmıştır)

Corten çeliğin ilk yapım maliyeti sıradan karbon çeliğe nazaran biraz daha fazladır. Ancak ekonomik açıdan sürdürülebilirlik için malzemenin yaşam döngüsü ele alınmalıdır. Dünya çapında yapılan araştırmalar, korozyonun toplam maliyetinin en az %4-5'ini oluşturduğunu ve uygun korozyon kontrol teknolojisi kullanılarak bu maliyetin %20-25'inin önlenebileceğini göstermiştir (Yashwansingh & Surnam, 2015). Corten çeliğin korozyon direncinin yüksek olması bu maliyette tasarruf sağlamaktadır.

Corten çeliğin yaşam döngüsünün birinci evresi olan üretim sürecine bakıldığında corten çeliğin yüksek mukavemetli, ince kesitlerle hafif tasarımlar sağlamasından hem üretim sırasında hem de malzemenin taşınmasında nakliye kısmında maliyette tasarruf sağlamaktadır. Corten çeliğin boya gibi kaplamalara ihtiyaç duymadan kullanılması hem kaplama maliyetinden hem de inşaat süresini kısalttığından ekonomik kılmaktadır. Corten çeliğin kullanım sürecinde ise bakım gerektirmemesi hem enerjiden hem de maliyetten tasarruf sağlamaktadır. Özellikle köprü ve ulaşım gibi sürekli kullanımı olan yerlerde bakım sırasında kullanımı aksatmamak için bakım gerektirmeyen corten çelik kullanımı hem kullanımda süreklilik sağlamakta hem de ekonomik açıdan avantaj sağlamaktadır (Hatke, 2021).

**Çizelge 2. 36.** Metallerin bakım maliyetlerinin karşılaştırılması (İkiz, 2004)

Metal	İlk on yıl	İkinci on yıl	Daha sonra	Açıklama
Corten çelik	0	0	0	Bakım gerektirmez.
Bakır	1	1	1	Sabit yeşil patina oluşturur.
Kurşun	1	1	1	Sabit koyu gri patina oluşturur.
Titanyum	1	1	1	Sabit bir oksit tabakası oluşturur.
Çinko	1	1	1	Gri patina oluşur.
Paslanmaz çelik	1	1	2	Temizlik gerektirir. Sahil kesimlerinde erken renk kaybı olur.
Alüminyum	1	2	3	Yüzeyde oksitler ve benekler oluşur.
Çelik	4	4	5	Koruyucu kaplama bakılmadığı sürece yenileme gerektirir.
Demir	4	4	5	Koruyucu kaplama bakılmadığı sürece yenileme gerektirir.
0 bakım maliyeti gerektirmeyen, 5 en yüksek maliyet gerektiren (metaller havaya maruz bırakılmış)				

Corten çelik aldığı darbeler sonunda oluşan çizilmeleri pas patinası sayesinde kendi kendine onardığı için ayrıca bir onarma maliyeti de oluşturmamaktadır.

### **Corten Çeliğin Kullanım Ömrü Açısından Sürdürülebilirliği**

Malzemenin kullanım ömrünü malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin yanı sıra malzemenin kullanıldığı makro bölge-ülke, meso bölge- bulunduğu şehir, lokal bölge-komşu yapılar ve yollar, mikro bölge ise malzemenin kullanıldığı yapı bileşenleri belirlemektedir (İkiz, 2004). Corten çelikte uygun çevre şartları sağlandığında kimyasal ve fiziksel özellikleri sayesinde kullanım ömrü diğer metallere göre oldukça uzundur.

Metal ve oksijen nemli ortamda birleşerek pas oluşturmaktadır. Sıradan karbon çeliğinde, pas gevşek yapı olduğundan daha fazla su ve hava derine inmektedir. Böylece fazla pas oluşmakta ve ana metali zayıflatmaktadır. Bu yüzden karbon çeliklerde pas payı fazla bırakılmaktadır. Corten çelikte malzeme çıplak ve olgun haldeyken koruyucu bir oksit kaplamaya sahiptir. Patina ağır bir boya tabakası ile yaklaşık aynı kalınlıktadır. Bu koruyucu pas tabaka alternatif ıslanma ve kuruma koşulları altında gelişir ve hava koşullarına dayanıklı çeliğe sıkıca yapışmaktadır. Böylece ana metale hava ve suyun ulaşımı kesilmektedir. Sızdırmazlığı sağlayan ince, yoğun tabaka corten çeliğin kullanım ömrünü uzun tutmaktadır. Boya yapılmamış corten çeliğin kullanıldığı bir köprü yaklaşık 120 yıla kadar ayakta kalabilmektedir (Hatke, 2021; Barat ve diğerleri, 2016).

Boyasız kullanılan corten çeliğe gerekli durumlarda uygulanan boya/cila karbon çeliğe uygulananın ömründen 2 kat daha uzundur (Es, 2018). Bunun nedeni boyanın çeliğe iyice tutunmasıdır. Böylece hem corten çelikte oluşan pas yavaşlar hem de üstüne uygulanan boya/cilanın ömrü uzamaktadır. 2012 yılında SSAB firması tarafından açık havaya bırakılan boyanmış karbon ve corten çeliğin 2018 yılında atmosfere karşı verdiği tepkiler Şekil 2.37’de gösterilmiştir. Karbon çelikte boyanın ana çeliği gösterecek kadar çizildiğini, corten çelikte ise boyanın çeliğe iyice tutunup dayandığı görülmektedir (SSAB, 2022).



Şekil 2. 37. Boyanmış karbon çelik ve corten çelik karşılaştırılması (SSAB, 2022)

### **Corten Çeliğin Performans Özelliğinin Sürdürülebilirlikle İlişkisi**

Yapı malzemeleri uzun bir ömür döngüsünde olup çeşitli etkilere maruz kaldığı için pek çok açıdan performansları incelenmelidir.

Sıcak karşısında metallerin akma dayanımı azalmaktadır. Karbon çeliği 350 °C’ye veya üzerine ulaştığında gerekli akma mukavemetinin altına düşmektedir. Yangın durumunda karbon çeliğin sıcaklığını 350 °C’nin altında tutabilmek için çeliğe yanmaz malzeme

püskürtülmektedir. Bu işlem işçi sağlığına zararlı olup hem de zaman kaybına neden olmaktadır. Karbon çeliğe zararlı olan yüksek sıcaklık (400-600 °C) karşısında corten çelik yüksek sıcaklık uygulamalarında ideal çelik olarak kullanılmaktadır. Özellikle ısı karşısındaki üstün performansı sayesinde ısı eşanjörleri, bacalarda, açık havada kullanılan ateş çukurlarında, şöminelerde özellikle kullanılmaktadır (Wen ve diğerleri, 2010). Sıcaklık karşısında yüksek dayanımı sayesinde güvenli kullanım sağlayıp, zararlı püskürtme malzemelerinden, zamandan ve ekstra maliyetten tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca yağ, kömür ve doğal malzemelerin yanması sonucu oluşan kükürtçe zengin atmosferde diğer çelikler hasar görürken corten çelik direnç göstermektedir. Böylece malzemenin dayanımından dolayı malzeme tasarrufu sağlayıp, ekstra direnç gösteren malzemeye ihtiyaç duyulmadığından ekonomik olmaktadır (Garlock, 2014;SSAB, 2022).

Metaller yansıtıcı özelliğe sahip oldukları için güneş ışınlarını yansıtılmaktadır. Güneş ışınlarını yansıtılmamaları için oksit kaplamalar kullanılıyor. Corten çeliğin üstündeki pas patinası oksit özelliği taşıyıp absorbe eder. Böylece ekstra oksit tabaka oluşturmak için olan maliyetten tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca güneş ışınlarını yansıtmadığı içinde çevre duyarlı malzemedir (Çatı ve Cephe, 2011).

Corten çeliğin akustik performansına bakıldığında düz levhalar şeklinde kullanıldığında, enerji kaybı olmadan sesin yansımaya neden olmaktadır. Bu da yankılanma süresini uzatmaktadır. Bazı tasarımcılar amaçlarına göre bunu dezavantaj görmeyip büyük endüstriyel iç mekanların havasını şekillendiren görsel araçlara yardımcı olarak kullanılmaktadır. Bu yansımının azaltılması için duvarla delikli corten çelik plakların arasına mineral yün konularak bu etki azaltılmaktadır. Duvarların üst yüzeylerinde kullanıldığında ise iç mekanın homojenliğini koruyup, kullanıcıların işitsel duyularını endüstriyel anıtsallıktan kamusal alanlara özgü akustiği sağlamaktadır (Targowski & Kulowski, 2021).

Yapı fiziğinin ısı ve ses kontrolü açısından corten çeliğe bakıldığında yukarıda da belirtildiği gibi ısı karşısında yüksek performans gösterdiği için yangına karşı dayanıklılık göstermektedir, ses kontrolü içinde yankılanma süresini uzattığı için ses emici minerallere ihtiyaç duymaktadır.

## **Corten Çeliğın Estetik ve Fonksiyonellik Açısından Sürdürülebilirliğe Katkıları/ İlişkisi**

Corten çelik kullanıldığı yapıların gelişen ihtiyaçlarına uyum sağlayıp, yatayda ve düşeyde yapının esnemesine izin vermektedir. Bu da malzemenin fonksiyonel olmasını sağlamaktadır. Corten çeliğın oluşturduğu pas patinasının doğal rengi de estetik açısından olumlu özellik sağlayıp, insanlar üzerinde sakinleştirici etki bırakmaktadır. Diğer metal kullanımındaki soğuk etkisi pas patinası sayesinde ortadan kalkmaktadır. Doğaya uyumu sayesinde, estetik değeri sayesinde mimarlar tarafından tercih edilmektedir (SSAB, 2022).

### **2.5.2 Corten çeliğın çevresel açıdan sürdürülebilirliği**

Çevresel açıdan sürdürülebilirlik hem insanlar ve diğer canlılar için hem de gezegenimizin hayatın devamı için mecburidir. Bu bölümde corten çeliğın insan ve çevre sağlığı irdelenmiştir.

#### **Corten çeliğın insan ve çevre sağlığı açısından sürdürülebilirliği**

Corten çelik yaşam döngüsünde üretim sağlığı ve kullanım sağlığı olarak iki aşamada insan sağlığına etki etmektedir. Üretim sağlığı olarak fabrikasyon üretildiğinden çalışanlara güvenli ve sağlıklı bir ortam sağlanmaktadır. Ancak corten çelikte diğer metaller gibi kaynak, taşlama, kesim gibi işlemlere tabi olduğu için bu süreçlerde insan sağlığının korunması için gerekli olan önlemlerin alınması gerekmektedir. Örneğın insanların kaynak, taşlama ve kesim sırasında oluşan gazlara maruz kalma standartlarının, oluşan gürültüye dayanım sürelerinin belirlenmesi ve buna uyulması gerekmektedir (İkiz, 2004).

Corten çelik boya ihtiyacı olmadan kullanıldığı için zararlı uçucu maddeler bulundurmadığı için hem üretim sağlığı açısından hem de kullanım sağlığı açısından insan sağlığı üzerinde olumsuz etki göstermemektedir. Corten çelik esnek ve geniş açıklı yapılara olanak vermesinden kaynaklı gün ışığının iç mekanlara ulaşmasını sağladığı için kullanım sağlığı altında insan sağlığı ve konforu sağlamaktadır (Aydın, 2011).

Sıradan karbon çelik galvanize edildiğinden ve boya işlemi uygulandığından CO<sub>2</sub> emisyonunu artırmakta olup çevresel sorunlar oluşturmaktadır.1 ton sıradan çeliğin galvanize etme işlememi sonucunda 120 kg'dan fazla CO<sub>2</sub> emisyonunu, boya işlemi sonucunda ise 160 kg'dan fazla CO<sub>2</sub> emisyonunu ortaya çıkmaktadır. Corten çelik ise üstündeki pas patinası sayesinde galvanize ve boya gerektirmediğinden toplam CO<sub>2</sub> emisyonunu %40 oranında azaltmaktadır. Corten çeliği boyalı kullanımda boyama aralıkları sıradan karbon çeliğe göre 2 katı olup böylece CO<sub>2</sub> emisyonu daha az olmaktadır. Ayrıca corten çelik sıradan çeliğe göre daha ince kesitlerle yüksek mukavemetli, hafif tasarımlar sağladığından nakliye sırasında da CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltmaktadır (SSAB, 2022).

Metallerin güneş ışınlarını yansıtıp küresel ısınmaya neden olmasına karşılık corten çelik ise pas patinası sayesinde absorbe edip çevreyi korumaktadır (Cantürk, 2015).

## **2.6 Bölüm Sonucu**

Corten çeliğin kullanım sürecinde de montaj sırasında kullanılan enerji, malzemenin ekstra kaplama gerektirmemesinden kaynaklı inşaat süresinin kısalması, işçilik ve ilave malzeme maliyeti ve enerji tasarrufu sağlaması, boyasız kullanımın sağladığı sağlıklı malzeme olma ve sürekli bakım gerektirmediğinden enerji tasarrufu ve ekonomiklik, yaşamını tamamlayan malzemenin %100 geri dönüşüm sağlamasından kaynaklı kriterler sürdürülebilirlik kriterlerini oluşturmaktadır.

Boya kaplamalarından kaynaklanan Uçucu Organik Bileşikler (VOC) emisyonları ve boyama ile gerekli temizleme işlevleriyle ilişkili çevresel etkileri azaltmak, hava koşullarına dayanıklı çeliği bir dizi LEED sertifikası sağlayan sürdürülebilir bir yapı ürünü olarak konumlandırır. MR 4.1/4.2, MR 2.1/2.2, MR 5.2/5.2 kredileri için LEED gerekliliklerini aşmak, %100 geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş içerikten yapılmış gibi diğer yeşil niteliklere ek olarak, ürün çevresel bir fayda sağlamaktadır (SSAB, 2022). Corten çeliğin sürdürülebilirlikle ilgili oluşturulan kriterler Çizelge 2.36'da gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 37. Corten çeliğin sürdürülebilirlik kriterleri**

Sürdürülebilirlik kapsamı	Özellikler	Corten çelik
<b>ÇEVRESEL YÖNDEN</b>	Geri dönüştürülebilirlik	Corten çelik % 100 geri dönüştürülebilir ve bu süreçte herhangi bir kalite kaybı yaşamamaktadır.
	Yeniden kullanım	Corten çelik sökölüp yeniden kullanılabilir.
	Sağlamlık	Kaplamasız olarak kullanılan corten çelik korozyona karşı yüksek başarı sağladığı için kullanım ömrü uzundur. Boyalı kullanılan corten çeliğin boya ömrü ise sıradan karbon çeliklerin ömrünün 2 katı sürededir.
	Enerji etkinliği	Corten çeliğin ilk üretilme enerji her ne kadar yüksek olsa da malzeme geri dönüştürülebildiği için, tekrar kullanıma olanak verdiği için, dayanıklı, uzun ömürlü, yüksek ısısal performans gösterdiği için enerji etkin malzemedir. Ayrıca corten çelik ince kesitli olduğu için daha hafif ve esnek yapılara olanak verdiği için doğal ışık ve havalandırmadan maksimum seviyede yararlanılıp, yapının kullanım enerjisini minimum seviyede tuttuğu için enerji etkin malzemedir.
	Esneklik ve kullanılabilirlik	Fabrikalarda en az kaynak kullanılarak üretilen corten çelik büyük açıklıklı, yüksek ve esnek yapım olanağı sağlar.
	Hızlı ve kolay uygulanabilirlik	Corten çelik standart parçalar halinde üretilip, prefabrikasyon şeklinde kullanıldığı için yapım hızı fazladır. İnşaat alanında kaplamasız olarak kullanılabilirdiği için inşaat süresi kısaldı, kullanılan enerji azaldı, bölgesel kirlilik azaldı.
	Atık	Malzeme % 100 geri dönüştürülebildiği için ve yeniden kullanımı olduğu için atık oluşturmamaktadır.
	Lojistik	Hafif bir malzeme olduğu için taşıma sırasında fazla CO <sub>2</sub> emisyonu olmaz.
	Sağlık	Corten çelik kuru yapım tekniği ile yapım sağladığı için düşük emisyonludur. Corten çelik Ayrıca malzeme kaplamasız kullanıldığı için çevreye herhangi zararlı uçucu madde salmamaktadır.
	Estetik	Corten çeliğin oluşturduğu doğal pas patinasının sakinleştirici rengiyle estetik sağlar.
	Doğal aydınlatma ve görsel konfor	İnce kesitli olup, yüksek mukavemetli olduğundan geniş açıklıklı mekanlarda gün ışığının iç mekanlara ulaşımı sağlanmaktadır.
	Güvenli çalışma ortamı	Corten çelik fabrikalarda fabrikasyon üretildiği için çalışanlara güvenli çalışma ortamı sağlamaktadır
<b>EKONOMİK YÖNDEN</b>	Malzeme tasarrufu ve ağırlık	Malzeme yüksek mukavemetli olup, korozyona karşı üstün başarı sağladığı için korozyon payı az bırakılır böylece ince kesitli olarak üretilir. Böylece malzeme tasarrufu sağlanıp, yapıları daha hafif kılmaktadır.
	Bakım-onarım	Corten çelik kullanım sürecinde kaplamasız kullanıldığından malzeme bakım gerektirmeden kullanılmaktadır. Corten çelik zarar görülen kısmını oluşturduğu pas patinası sayesinde onarmaktadır.
	Hammadde kaynağını koruma	Corten çelik geri döüştürüldüğü ve yeniden kullanıldığı için hammaddenin kullanılmasını büyük ölçüde azaltmaktadır

Yapılan araştırmalar sonucunda corten çeliğin ve sıradan karbon çeliğin sürdürülebilirlik kriterleri bağlamında karşılaştırılması izelge 2.37’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 38.** Corten elik ve normal karbon çeliğin sürdürülebilirlik karşılaştırılması

Ele alınan zellik	Corten elik	Sıradan karbon elik
İlk inşaat maliyeti(malzeme, imalat ve korozyon koruması)	o	O
İnşaat süresi	++	+
Yaşam döngüsü maliyetleri	+	-
Bakım nedeniyle yapılan kısıtlamalar	+	-
Uzun ömürlü olma	++	+
Geri dönüşüme uygun olma	++	+
Doğal afetler karşısında korunum	++	-
İnce kesitli kullanıma olanak sağlama	++	+
Kendini yenileneme (canlı malzeme)	++	-
Görünüm-estetik	<b>Doğal (pas patina)</b>	<b>Seile bilen boya</b>
o (projeye özel karşılaştırılabilir), - (kötü), + (iyi), ++ (daha iyi)		

Corten eliği normal karbon çelikle kıyaslandığından kullanım ömrü daha uzun, daha ince kesitli kullanıldığından malzeme ve hammadde tasarrufu sağladığından, inşaat süresinin daha kısa olması, bakım maliyeti olmadığından, zararlı madde ierin boya ve kaplamalara ihtiyaç duymadan kullanıldığından, pas patinasının canlı olmasından kaynaklı estetik değerisi sürdürülebilirliğin ekonomik ve çevresel kriterlerini daha iyi sağlamaktadır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Sürdürülebilirlik kavramı ve corten çelik malzemesinin özellikleri ve kullanım şekilleri örneklerle incelenmiş ve corten çeliğin sürdürülebilirlik doğrultusunda değerlendirilmesi yapılmıştır. Bölüm 2.4’de incelenen yapılar arasında corten çelik kullanımının çok yaygın olmadığı ülkemizde son yıllarda bazı uygulamalarının olduğunu görmekteyiz. Ülkemizde corten çelik uygulaması yapılmış olan Çanakkale ili, Tevfikiye Köyü sınırları içinde bulunan ve UNESCO’nun Dünya Kültür Mirası Listesinde yer alan Troya Antik Kenti girişinde bulunan Troya Müzesi örnek çalışma olarak ele alınmış ve sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda incelenmiştir.

#### 3.1 Troya Müzesinin Seçilme Nedenleri

Troya Müzesinin yer aldığı Çanakkale ili, Türkiye’nin Marmara bölgesindedir. Türkiye’de hem Avrupa hem de Asya’da toprağı olan 2 ilimizden biridir. Çanakkale Türkiye’nin en büyük şehirlerinden olan İstanbul ve Bursa’ya yakın bir mesafededir. İstihdam edilen nüfusun %56’sı tarım, %9’u sanayi, %4’ü inşaat ve %31’i hizmetler sektöründe çalışmaktadır (Bartu, 2020).

Çanakkale 2019 yılında Forbes dergisi tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de ‘yaşamak için en ideal kent’, 2017 yılında ise Türkiye’deki en temiz havaya sahip illerden biri olarak seçilmiştir. Doğal, kültürel ve tarihsel zenginlikler açısından önemli olan Çanakkale ili 1998 yılında Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) Dünya miras listesine giren Troya antik kentini barındırmaktadır (Bartu, 2020).

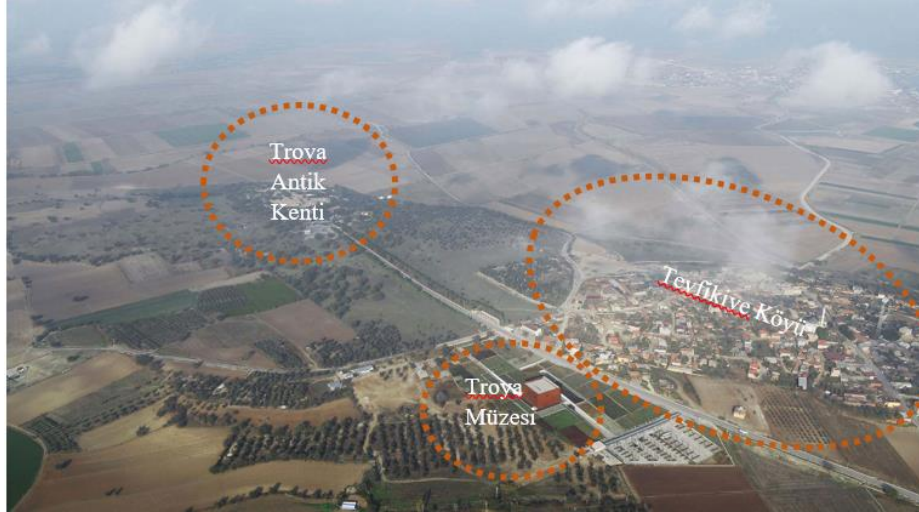
Troya Müzesinin çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni bulunduğu alanın kültürel miras, turizm, tarım ve ören yeri olması nedeniyle öncelikli bir alan niteliğinde olmasıdır. Çevresel ve yapısal kararlar hassasiyetle kurgulanmalıdır, bu konulardaki yanlış kararlar ve yaklaşımlar söz konusu alanlarda oldukça fazla tahribata neden olmaktadır. Hazırlanan bu tez çalışması kapsamında örnek çalışma olarak belirlenen Troya Müzesinde corten çelik malzeme müze cephesinde yoğun olarak kullanılması ve bulunduğu çevreye uyumu açısından malzeme seçim kararları olumlu bulunmuş, yapının sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda ele alınarak incelenmesi kararına neden olmuştur.

### 3.2 Troya Müzesi Genel Özellikleri

Troya Müzesi UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alan 5000 yıllık geçmişi olan Troya ören yerinde çıkan arkeolojik ürünleri sergilemek için Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından 2011 yılında gerçekleştirilen yarışma projesidir. Proje Yalın Mimarlık ofisi tarafından tasarlanmıştır. 2018 yılında inşaatı tamamlanan müze 18 Mart 2019 tarihinde resmi olarak açılmıştır. Müze Çanakkale'nin Tevfikiye köyüne 5 km uzaklıktaki alanda bulunmaktadır (Kuyrukçu, 2021).



Şekil 3. 1. Troya Müzesinin Türkiye'deki konumu (Anonim, 2022z)



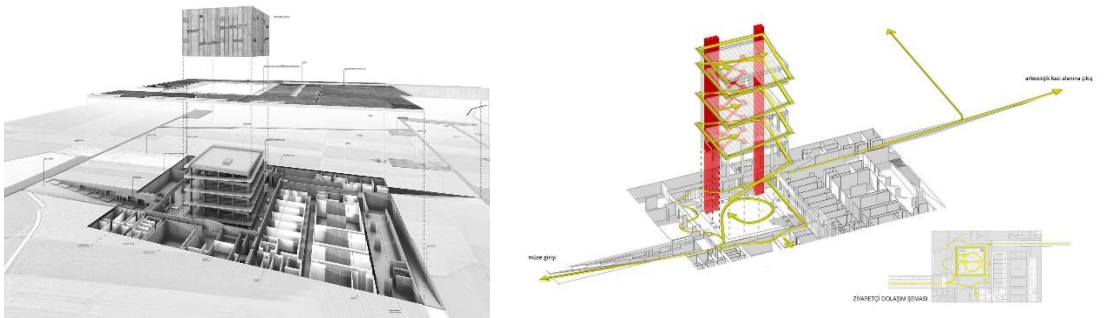
Şekil 3. 2. Troya Müzesi konumu (Anonim, 2022aa)

Troya antik kentine ise 30 km uzaklıktadır. Müze 110.000 m<sup>2</sup>'lik alan üzerinde 11.000 m<sup>2</sup>'lik inşaat alanına sahiptir. Tasarımcılar müze büyük bir alana sahip olmasına rağmen

inşaat alanını küçük tutarak Troya imgesiyle yarışmayan, kendi için var olan sakin bir yapı tasarlamak istemişlerdir. Troya müzesi içinde sergilendikleri kalıntılar gibi topraktan çıkıp yükselmektedir. Troya Müzesi zemin, birinci, ikinci ve üçüncü kattan oluşmaktadır. Müzenin çatısı ise teras olarak düzenlenmiştir (Kuyrukçu, 2021).



Şekil 3. 3. Troya Müzesinin çevresiyle görünümü (Anonim, 2022ab)



Şekil 3. 4. Troya Müzesi katları (Anonim, 2022ab)

Projede katlar arası ulaşımın kesintisiz olması için rampa ve asansörler kullanılmıştır. Müzede laboratuvarlar, depolama yerleri, geçici ve sürekli sergi alanları, kafe, restoran,

sosyal alanlar, satış mekanları bulunmaktadır. Yerin altındaki zemin katta ise yardımcı mekanlar bulunmaktadır. Bu katın çatısı çevrede bulunan tarlalarla uygun dokuda olabilmesi için peyzaj alanı olarak tasarlanmıştır. Yapı da genel olarak corten çelik, ahşap kalıp, brüt beton, masif taş, masif ahşap gibi doğal malzemeler kullanılıp alçıpan ve sıvaya yer verilmemiştir. Bu malzemelerin müzenin bulunduğu doğayla bütünlük sağlaması için işlenmemiş halleri tercih edilmiştir (Kuyrukçu, 2021).

Müzenin girişine 80 metre uzunluğunda 12 metre genişliğindeki rampadan inilerek ulaşılmaktadır. Rampadan inişle ziyaretçileri çevresinden ve yeryüzünden uzaklaştırıp sadece gökyüzü ve yapının kalmasını sağlamak amaçlanmıştır. Yapının girişine ulaşan ziyaretçi şeffaf örtüyle yapının pas renginin gökyüzüne doğru yükseldiğini görmektedir. Rampanın duvarları da sergi alanları olarak kullanılmaktadır (Kuyrukçu, 2021).

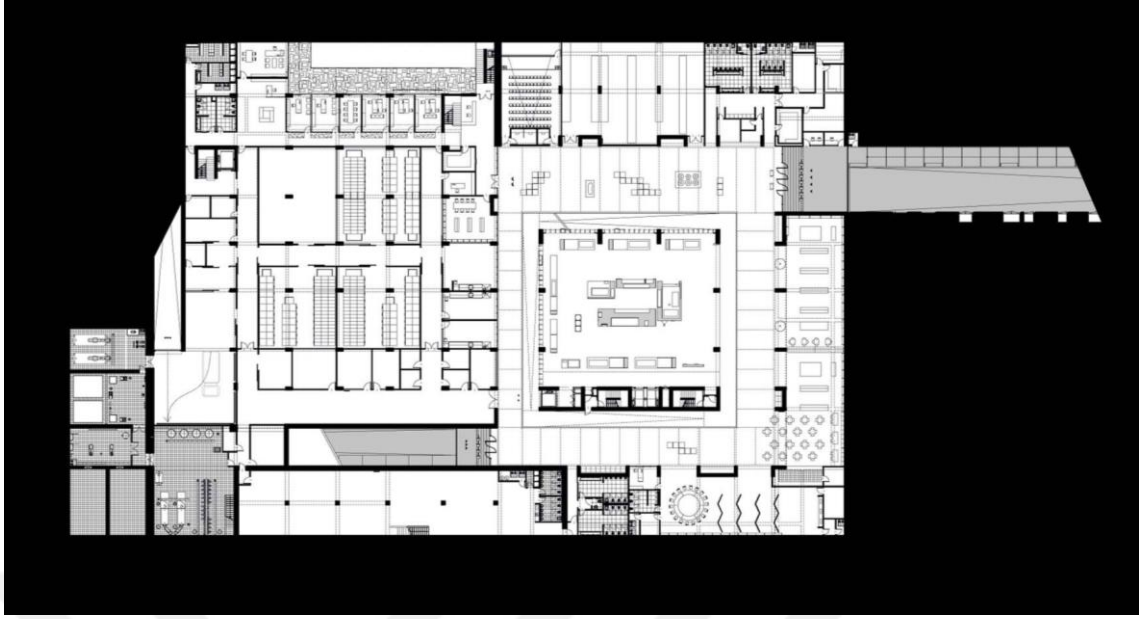


**Şekil 3. 5.** Troya Müzesinin rampa girişi (Kuyrukçu, 2021)

Zemin kat yerin altında kalıp üstten yer yer doğal aydınlatma sağlanmıştır. Girişte geçişi sergi alanları, kafeterya, atölyeler ve çok amaçlı salon bulunmaktadır. Yapının sergi mekanlarını oluşturan katlar zemin katın ortasında 32x32 metre kübik bir plan içinde yükselmektedir (Kuyrukçu, 2021).

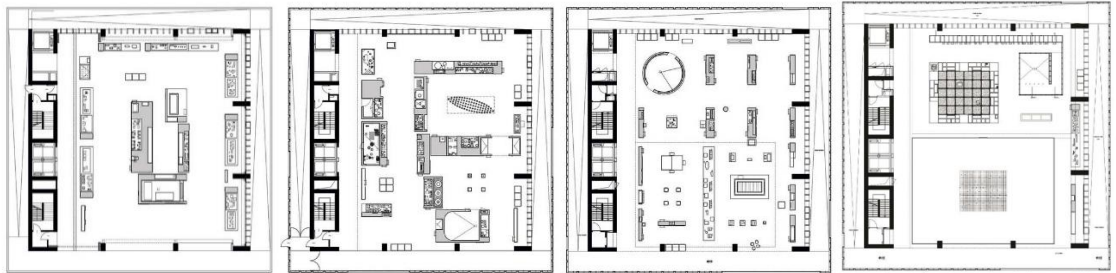


**Şekil 3. 6.** Troya Müzesi zemin kat girişi (Kuyrukçu, 2021)

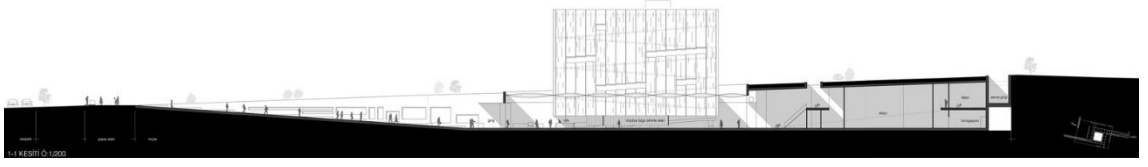


**Şekil 3. 7.** Troya Müzesi zemin kat planı (Kuyrukçu, 2021)

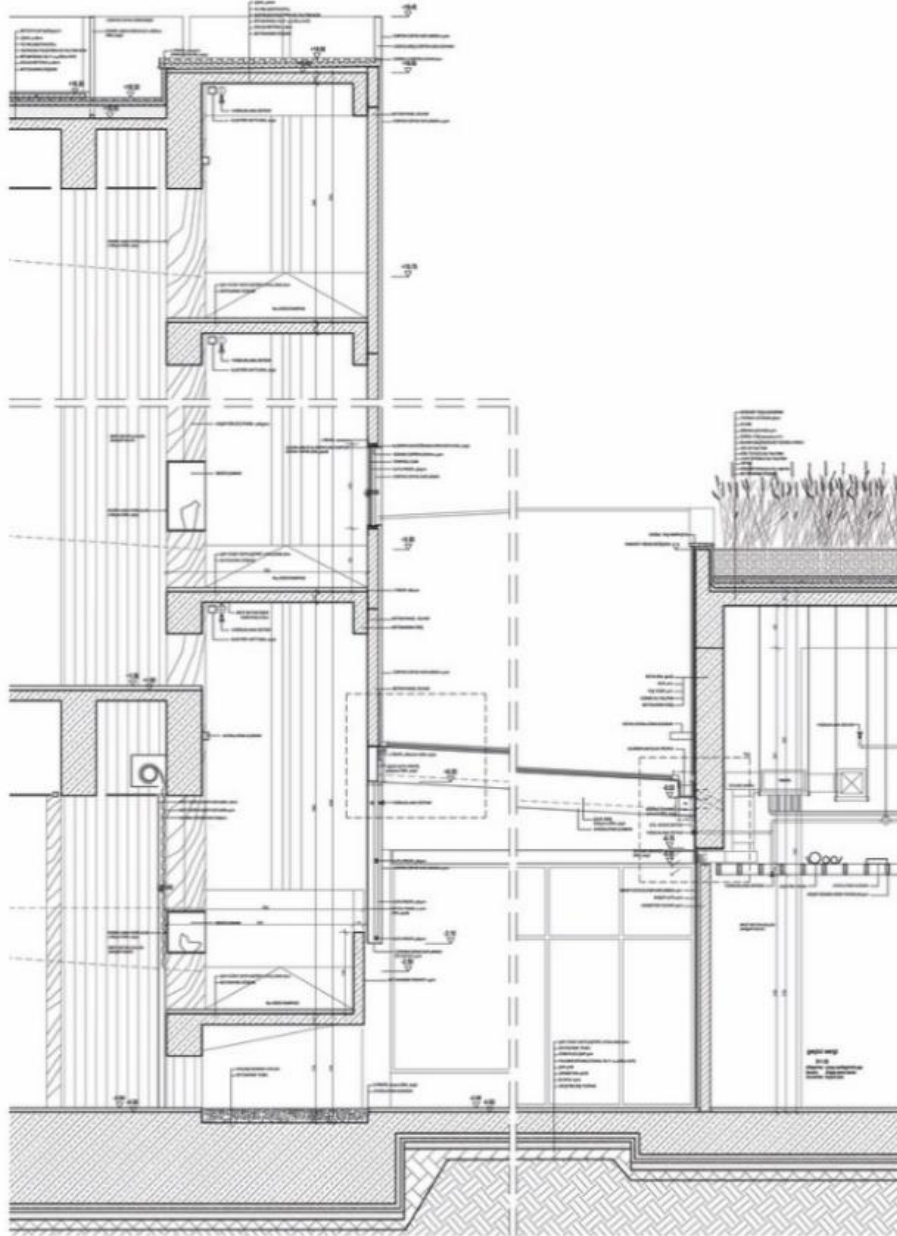
Sergi alanları megaron şeklinde tasarlanıp, her katta Troya Antik Kentin bir katmanına ait eserler sergilenmektedir. Zemin kattaki sergi alanında Troas, çevre kentler, coğrafyası, arkeolojik kalıntıları anlatılmaktadır. Birinci katta Troya Bölgesinin Tunç çağı katmanına kronolojik olarak yer verilmiş. İkinci katta Arkaik Çağ, Doğu Roma İmparatorluğu, İlyada ve Troya Savaşı Destanı'na ait bilgiler, maketler, çizimler, dijital programlarla anlatılmaktadır. Üçüncü katta Troya ve çevresindeki Osmanlı yerleşimlerine ait çanak-çömlek geleneği, taş işçiliğine ait eserler, sikke ve seramik eserler yer almaktadır. Rampalar sayesinde ulaşılan teras ise seyir terası olarak tasarlanmıştır (Kuyrukçu, 2021).



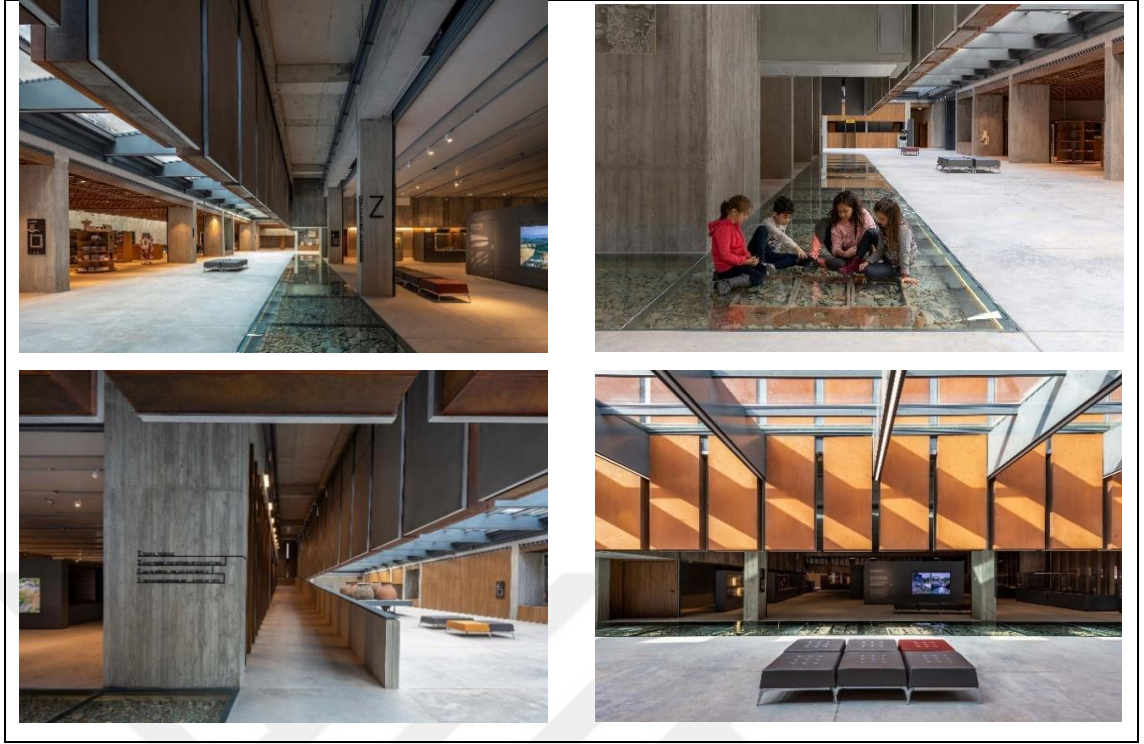
**Şekil 3. 8.** Troya Müzesi zemin, birinci, ikinci ve üçüncü kat planları (Kuyrukçu, 2021)



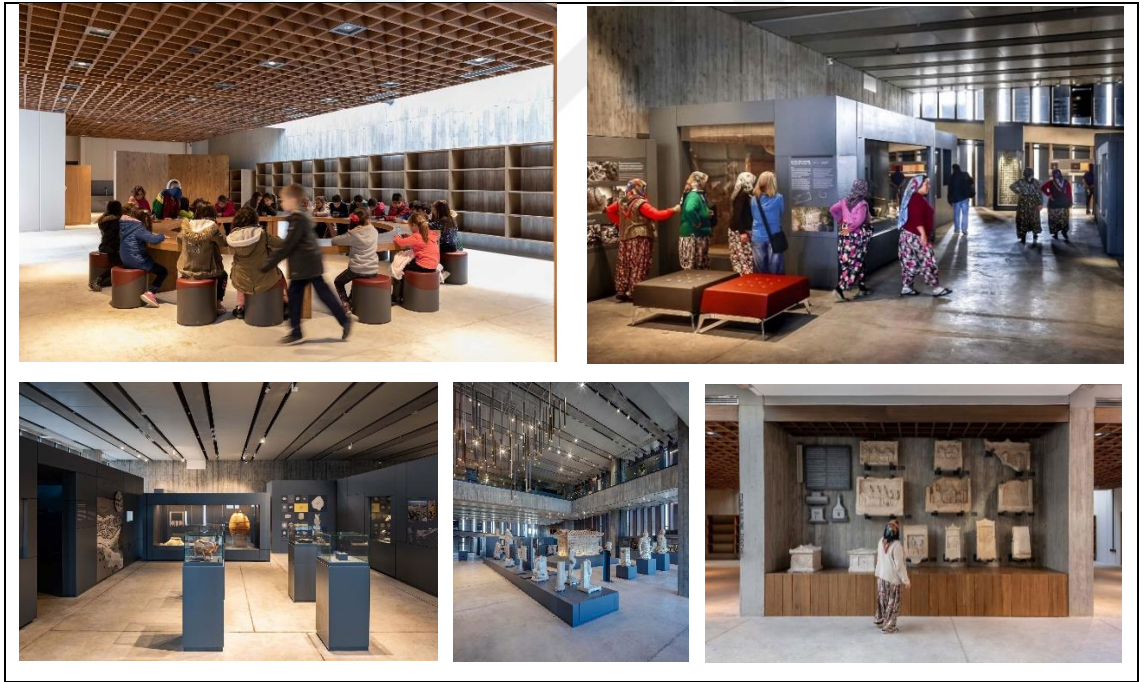
Şekil 3. 9. Troya Müzesi kesiti (Kuyrukçu, 2021)



Şekil 3. 10. Troya Müzesi yapı detayı (Kuyrukçu, 2021)



**A**



**B**

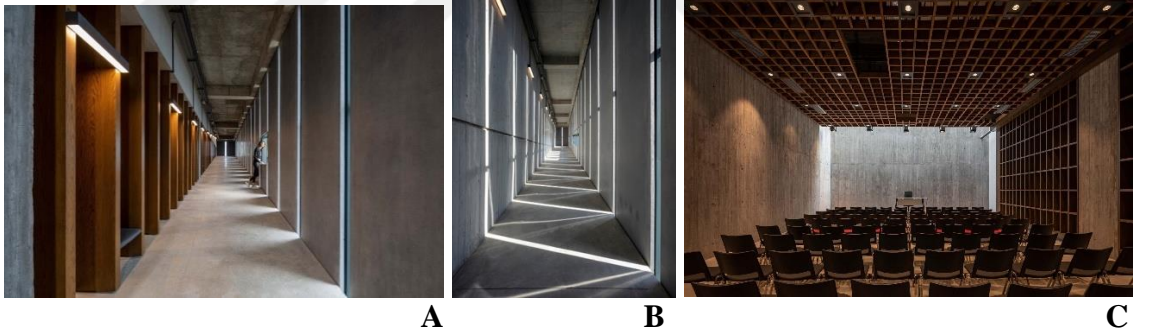
**Şekil 3. 11.** Troya Müzesi iç mekân görselleri (Anonim, 2022ab)  
**A)** Zemin kat karşılama alanları **B)** Sergi alanları

Müzenin koridorlarında cephede corten çelik panellerin arasında bırakılan yarıklar sayesinde ışık kontrollü olarak içeri alınmaktadır. Çok amaçlı salonda ise sahne kısmının

tavanında oluşturulan yarıklar sayesinde doğal ışığın mekana girişi sağlanmıştır (Kuyrukçu, 2021).



**Şekil 3. 12.** Troya Müzesi corten çelik paneller arası boşluklar (Kuyrukçu, 2021)  
A) Corten panellerin dışardan görünüşü B) Corten panellerin içerden görünüşü

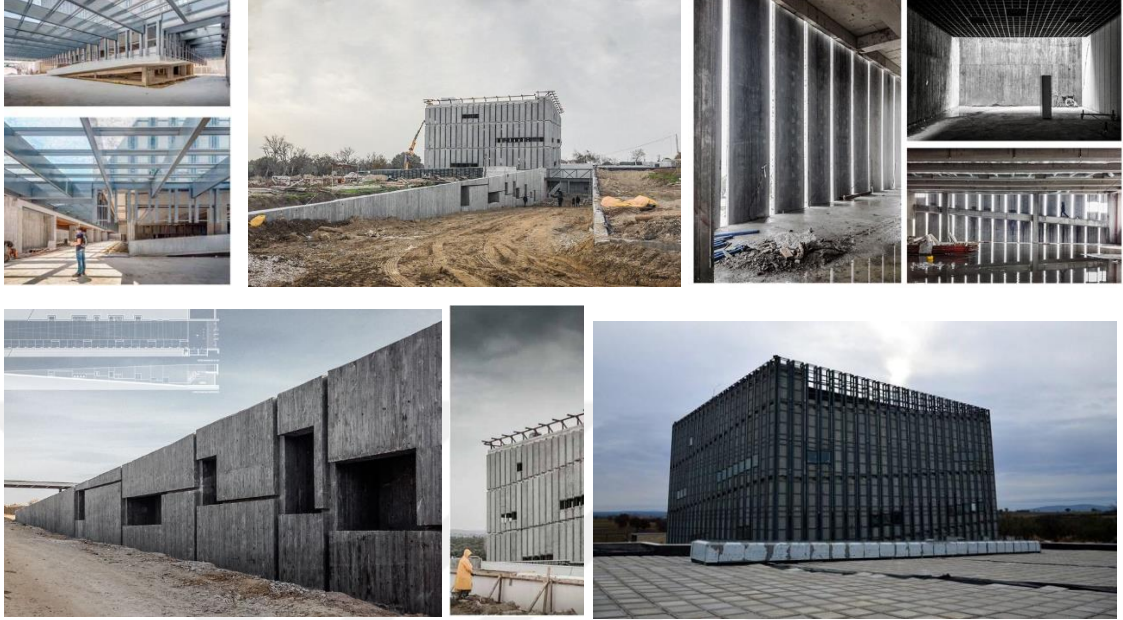


**Şekil 3. 13.** Troya Müzesinde doğal ışık kullanımı (Kuyrukçu, 2021)  
A) Ofis bölümünde güneş ışığı kullanımı B) Koridorlarda güneş ışığının kullanımı C) Konferans salonunda güneş ışığının kullanımı

### 3.3 Troya Müzesinde Corten Çelik Malzeme Kullanımı

Troya Müzesi tasarımcıları amaçlarını; “ yeryüzüne minimum ipucu bırakan, biraz geri planda duran ve ören yerine saygılı bir proje” olarak belirtmişlerdir (Kuyrukçu, 2021). Bunun içinde yapıda kullanılan malzeme çeşitliliğinin az ve en doğal hali tercih edilmiştir. Ahşap kalıp, brüt beton, zeminde silinmiş beton, ahşap bölücü duvarlar, düşey donatılı gaz beton, corten çelik işlem görmeden doğal haliyle yapıda kullanılmıştır. Amaç

bu malzemelerin zaman içinde değişerek geçireceği surecin mekânı Őekillendirmesini sağlamaktır (Kuyrukçu, 2021).



**Şekil 3. 14.** Troya Müzesi Şantiye sureci (Anonim, 2022ac)

Yapının bitiŐ malzemesi olan cephe malzemesi ise corten elik olarak tercih edilmiştir. Corten eliğin tercih edilmesini tasarımcılar; “malzemenin zaman içinde kalıntılar gibi değişim göstermesi ve pas renginin ren yerindeki kalıntıların çoğunun kıvıll ve kahverengi, piŐmiŐ toprak kökenli olmasına bir gönderme yapması” olarak belirtmişlerdir. GiriŐteki Şeffaf atıdan corten çeliğin pas rengi Troya Antik Kentinden yeryüzüne çıkan kırılmıŐ testiler ve mler gibi biraz çizilmiŐ, bozulmuŐ, kendine özgü dokusuyla ardında bir yaŐanmıŐlık hissini verip yeryüzüne çıkmaktadır. Böylece yapının kendisi de içindeki sergi eserleri gibi sergileme unsuru olarak ziyaretçilere sunulmaktadır (Kuyrukçu, 2021).



**Şekil 3. 15.** Troya Müzesinin tarlalar arasındaki görünümü (Anonim, 2022ac)



**Şekil 3. 16.** Troya Müzesinin gündüz-gece görüntüleri (Anonim, 2022ac)

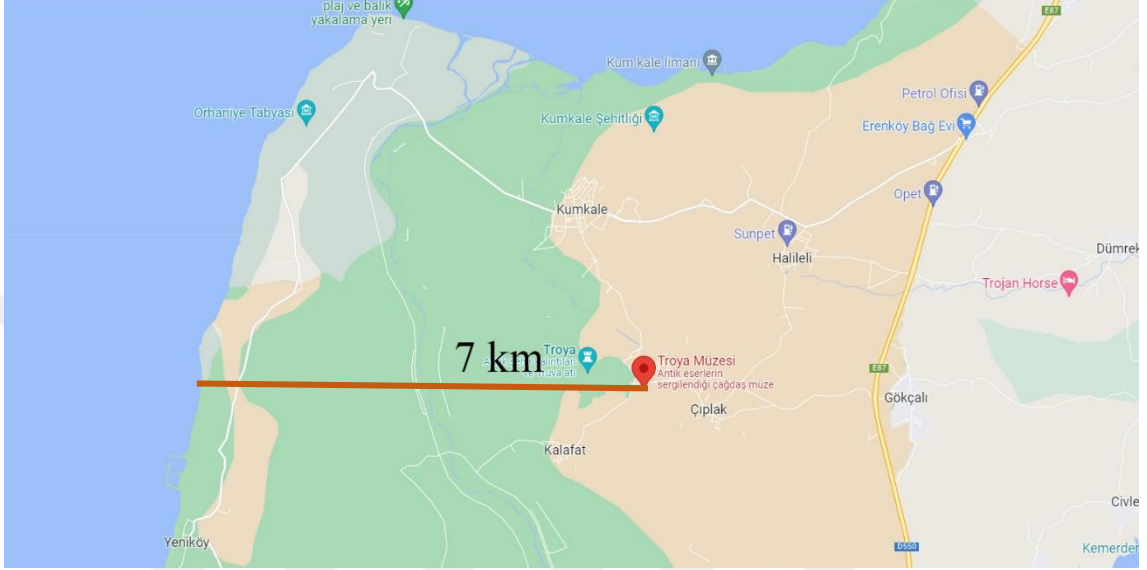
Corten çelik 3 mm kalınlığında, yapının çevresini kapsayacak şekilde panel olarak yapıda kullanılmıştır. Corten çeliğin altında ise kendinden ısı ve su yalıtımı sağlayan 28 cm kalınlığında prekast panel sistem bulunmaktadır (Kuyrukçu, 2021).

Corten çelik paneller 150 cm genişliğinde olup 18 cm aralıklarla cepheye monte edilmiştir. Corten panellerin aralarında bırakan yarıklarla doğal ışık içerdeki gezindi rampalarında ışık ve gölge oyunları sağlamaktadır. Ayrıca bu yarıklardan yer yer ören yerinin manzarasını ziyaretçilere sunmaktadır. Girişte ise cepheye monte edilen corten çelik paneller yerden 2.5 metre yükseklikte asılı bir şekilde durmaktadır. Zemin katta corten çelik paneller iç mekândan yukarı doğru çıkıp ana kütleliğin cephesini oluşturmaktadır (Kuyrukçu, 2021).



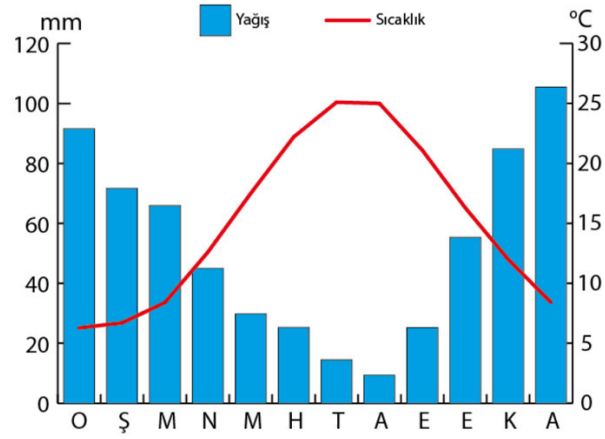
**Şekil 3. 17.** Troya Müzesi corten çelik panel kullanımı (Kuyrukçu, 2021)

Troya Müzesi konum olarak denize uzak bir alanda tarlaların arasında yer almaktadır. Corten çeliğin maksimum performans göstermesi için kıyı alanlarından 200 metre uzaklıkta kullanılması gerekmektedir. Troya müzesi de konum olarak denize uzaklığı ile sürekli korozyondan korunmuş olmaktadır (Yashwansingh & Surnam, 2015).



**Şekil 3. 18.** Troya Müzesi denize konumu (Anonim, 2022z kaynağından değiştirilerek alınmıştır)

Corten çeliğin pas patinasının oluşması için kuru ve ıslak döngüsüne tabi olması gerektiğinden yıl içinde yeterli miktarda gün ışığı ve suya ihtiyaç duyulmaktadır. Troya Müzesinin bulunduğu coğrafyanın iklimine bakıldığında en yağışlı mevsimin kış ayı olduğu ve toplam yağışın oranının % 43, en kurak mevsim ise yaz mevsimi olup yağış oranı %8 'dir. En yüksek yağış ortalaması 105,4 mm'dir. En yüksek sıcaklık 25,1 °C yaz mevsiminde, en düşük 6,2°C kış ayında görülmektedir. Yağış ve sıcaklık grafiğine bakıldığında yeterince yağışlı ve güneşli gün sayısı olduğundan Troya Müzesinin cephesinde bulunan corten çelik malzemesi pas döngüsünü sağlayıp istenilen görüntüyü sağlamaktadır (Anonim, 2022ad; Yashwansingh & Surnam, 2015).



Şekil 3. 19. Çanakkale'nin yıllık yağış ve sıcaklık grafiği (Anonim, 2022ad)

Troya Müzesi vaziyet olarak açık bir alanda yerleşim gösterdiği için hiçbir cephesi güneş almada bir problem yaşamamaktadır. Yapının çevresinde, cephedeki corten çeliğin önüne geçecek herhangi bir şey bulunmamaktadır.



Şekil 3. 20. Troya Müzesi vaziyet planı (Anonim, 2022ac kaynağından değiştirilerek alınmıştır)

### **3.4 Troya Müzesinde Corten Çelik Kullanımının Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik Kriterleriyle Değerlendirilmesi**

Troya Müzesinde cephe kaplaması olarak kullanılan corten çelik paneller beton panel duvarlara -2.10 kotundan +19.45 kotuna kadar dört cephede kullanılmıştır. SSAB Weathering firmasının kullanılan corten malzemenin yerine aynı kalınlıkta boya kullanılması sonucunda çevreye ne kadar CO<sub>2</sub> emisyonu yaydığını hesaplama programı kullanılarak Troya Müzesinde kullanılan 3mm'lik corten çelik paneller yerine boya gerektiren herhangi bir malzeme kullanılsaydı çevreye 34 kg CO<sub>2</sub> emisyonu salınmış olmaktadır. Corten çelik kullanılarak CO<sub>2</sub> emisyonu düşürülüp sürdürülebilirliğin çevresel boyutunun insan ve çevre sağlığı kriterini sağlamaktadır. Ayrıca kullanılan corten çelik paneller herhangi bir kaplama veya galvanize işlemine ihtiyaç duymadığından ve sürekli bakım gerektirmediğinden sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunun kriterlerini de sağlamaktadır. Boyasız kullanımdan dolayı çevreye zararlı uçucu madde yayılmadığından insan ve çevre sağlığına zarar vermediğinden sürdürülebilirliğin çevresel boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Corten çeliğin bulunduğu atmosferik koşullar korozyon kaybını etkilediğinden ve en iyi performansı kırsal alanlarda gösterdiği göz önüne alındığında Troya Müzesi de kırsal alanda bulunduğu korozyon kaybı daha az olmaktadır. 100 yıllık bir periyotta Troya Müzesindeki corten çelik panellerde 0.15 mm lik bir korozyon kaybı olmaktadır. Bu değerler göz önüne alındığında korozyon payı için ekstra bir kalınlığa ihtiyaç duyulmadığından daha ince kesitli corten çelik kullanıldığından hem hammadde kaynağını koruyup, hem malzeme tasarrufu sağladığından sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Cephedeki corten çelik paneller güneş ışıklarını pas patinası sayesinde yansıtmayıp absorbe ettiği için çevreye zarar vermemektedir. Troya Müzesinin bulunduğu konum itibariyle tarlaların arasında onunla bütünleşik dokuya sahip pas patinası sayesinde estetik değer sağlamaktadır. İnşaat süresince oluşan aksaklıklar nedeniyle inşaat süresinin uzun sürmesinin yanı sıra corten çelik paneller prefabrikasyon bir şekilde beton panel duvarlara monte edildiğinden montaj süresi kısa sürmüştür.

Müzenin cephesinde bulunan corten çelik panellerde inşaat aşamasında çizikler oluşmuştur. Ancak paneller pas patinası sayesinde bu çiziklerini onarmıştır. Bu da malzemeyi canlı bir malzeme kılmaktadır.

**Çizelge 3. 1.** Troya Müzesinin sürdürülebilirlik kriterlerince değerlendirilmesi

Sürdürülebilirlik kapsamı	Özellikler	Troya Müzesi
<b>ÇEVRESEL YÖNEN</b>	Geri dönüştürülebilirlik	✓
	Yeniden kullanım	✓
	Sağlamlık	✓
	Enerji etkinliği	✓
	Esneklik ve kullanılabilirlik	✓
	Hızlı ve kolay uygulanabilirlik	✓
	Atık	✓
	Lojistik	✓
	Sağlık	✓
	Estetik	✓
	Doğal aydınlatma ve görsel konfor	✓
	Güvenli çalışma ortamı	✓
	<b>EKONOMİK YÖNEN</b>	Malzeme tasarrufu ve ağırlık
Bakım-onarım		✓
Hammadde kaynağını koruma		✓

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Endüstri döneminden günümüze kadar insanlar daha iyi bir yaşam için sürekli olarak çevreyi tahrip edip en sonunda dünyada yaşayan bütün canlıların hayatını tehlikeye atmış, gelecekte yaşanılabilir bir dünyanın olmayacağı gerçeği kaçınılmaz hale gelmiştir. İnsanların artık çevreye saygı duyup sürdürülebilirlik kavramını oluşturması kaçınılmaz olmuştur. Böylece insanlar toprağın ve atmosferin önemli olduğunu kavramışlardır. Sürdürülebilir bir dünya için oluşturulan çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar doğrultusunda sektörler yeni arayışlar içine girmiştir. Yapı sektörünün de çevreye verdiği zararın büyüklüğü göz önüne alındığında sürdürülebilir mimarlık gibi yeni arayışlar ortaya çıkmıştır. Yapıların sürdürülebilir olması için yapıyı oluşturan ana bileşim olan malzeme için sürdürülebilirlik kriterleri oluşturulmuştur. Doğru malzeme seçimi bir yapının iklim değişikliği etkileri üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Malzemelerin sürdürülebilir olması için düşük karbon ayak izine sahip, geri dönüştürülebilir, sıfır atık, düşük bakım-onarım ihtiyacı, çevre ve insan sağlığına duyarlı, yeniden kullanılabilir, sağlamlık, hızlı ve kolay uygulanabilirlik gibi kriterler aranmaktadır. Bu tez çalışmasına da yüksek mukavemetli ve çekme dayanımlı corten çelik yapı malzemesi sürdürülebilir malzemeleri belirleyen kriterlerle değerlendirilerek ele alınmıştır.

Corten çelik yaşam döngüsü açısından ele alındığında hammaddenin elde edilmesi, işlenmesi, kullanıldığı alana getirilmesi, yapıda kullanılması ve ömrünü tamamladıktan sonra geri dönüştürülmesi sürecinde sürdürülebilirliğin *çevresel ve ekonomik* boyutunda ele alınmıştır. Bu iki boyut her ne kadar ayrı görünse de aslında iç içe geçmiş durumdadır.

Corten çelik, karbon çeliğe göre daha yüksek mukavemetli olduğundan, korozyona karşı oluşturduğu pas patinası sayesinde korozyon için bırakılan pay daha azdır, daha ince kesitler kullanılarak doğal ışığı içeri alan büyük ve aydınlık mekânlar, kullanım esnekliği, mekânların değişebilir olması gibi özellikleri sayesinde aydınlatma maliyetinde tasarruf sağlanmasına imkân tanımaktadır, kullanıcılara sağlıklı bir mekân sunduğundan, kullanım ömrünün daha uzun olması gibi nedenlerle sürdürülebilirliğin hem *çevresel* hem de *ekonomik* boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Ayrıca ağırlıkça daha hafif olması hem üretim sırasında hem de malzemenin taşınmasında nakliye kısmında maliyette açısından tasarruf sağlamaktadır. Corten çeliğin boya gibi kaplamalara ihtiyaç duyulmadan kullanılması çevreye ve insan sağlığına zararlı uçucu madde yaymaması, kaplama maliyetinde tasarruf sağlaması, inşaat süresini kısalttığından sürdürülebilirliğin hem *çevresel* hem de *ekonomik* boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Corten çelik malzemenin yıkılmadan sökülebilmesi, tekrar kullanılabilmesi ya da geri dönüştürülerek kullanılması hammadde kaynağını koruyarak, malzeme tasarrufu sağlamakta, CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığından sürdürülebilirliğin hem *çevresel* hem de *ekonomik* boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Corten çeliğin kullanım süresince bakım ihtiyacı olmadığından, aldığı darbeler karşısında ise pas patinası sayesinde kendi kendini onarabilmesi sayesinde herhangi bir onarım maliyeti ve enerjiye ihtiyaç olmadığından sürdürülebilirliğin hem *çevresel* hem de *ekonomik* boyutunun kriterlerini sağlamaktadır.

Corten çelik malzemenin oluşturduğu pas patinasının rengi, diğer metallerin soğuk rengini kırdığı için kullanıcılar üzerinde sakinleştirici bir etki sağlarken, estetik özelliği sayesinde sürdürülebilirliğin *çevresel* boyutundaki kriteri sağlamaktadır.



**Şekil 3. 21.** Corten çeliğin sürdürülebilirliğin çevresel ve ekonomik boyutu anahtar göstergeler

Corten çeliğın kullanıldığı Türkiye ve Dünyadaki örneklere bakıldığında malzemenin Dünyadaki kullanımını yaygınken Türkiye’de ise çok az sayıda yapıda kullanıldığı görölmektedir. Dünyadaki örnek yapılara bakıldığında kamusal, sivil mimari ayırt edilmeksizin corten çelik kullanımını görölürken Türkiye’de daha çok müze, kültür merkezi, kütüphane gibi kamusal yapılarda corten çelik kullanımını görölmektedir. Söz konusu kamusal yapılarda kullanılması sayesinde Corten çeliğın yeterince tanınmadığı ölkemizde kullanıcılara malzemenin tanıtılması söz konusu olmaktadır.

Çalışma yapısı olarak seçilen Troya Müzesi hem ören yerinde hem de tarımsal alanda bulunması sebebiyle müzede kullanılan malzemenin çevreye duyarlı olması, bulunduğu dokuyla bütünleşmesi açısından corten çelik malzemenin kullanılması belirlenmiş olan tasarım kriterlerini desteklemektedir. Troya Müzesinin bulunduğu iklim corten çelik malzemenin yaşam döngüsünde maksimum verimi sağlaması için elverişli olduğundan malzemenin beklenen performansı sağlamaktadır. Corten çeliğın dezavantajı olan birleşim gösterdiği malzemeleri lekelemesi nedeniyle müzede corten çelik panelleri yerden 2,5 metre yükseklikte cepheye monte edilerek bu sorun çözülmüştür.

Kullanılan corten çelik paneller sayesinde Troya Müzesi malzemede sürdürülebilirliğin;

- geri dönüştürölüp tekrardan kullanılabilirliyi olabilmesi,
- üretildiği hammaddenin korunması ve malzeme tasarrufu sağlama,
- enerji korunumu sağlayabilmesi,
- yapının ömrü boyunca dayanıklı ve uzun ömürlü olması,
- prefabrikasyon uygulamalar için uygun olması,
- ısısal değerinin yüksek performans göstermesi,
- su ve yenilenemez enerji korunumunu sağlaması,
- kentlerde oluşun ısı adalarını azaltma,
- elde edilmesinde, kullanımında ve geri dönüşümünde minimum atık oluşturma kriterlerini sağlamaktadır.

## 5. SONUÇ

Doğal kaynaklar bilinçsizce tüketilirken, zehirli atıklar atmosfere yayılan CO<sub>2</sub> miktarını önemli ölçüde arttırarak ekosistemi ve çevreyi olumsuz yönde etkilemiştir. Bu olumsuz etkiler karşısında insanlar yeni arayışlar içine girerek sürdürülebilirlik hedefleri oluşturmuşlardır. Bu hedefler bütün sektörler tarafından ele alınmıştır. Çevresel sorunların oluşmasında büyük bir payı olan yapı sektörü de tasarımcısından, kullanıcılarına kadar bütün paydaşları kapsayan mimaride sürdürülebilirlik kavramını oluşturmuştur. Sürdürülebilir mimaride amaç; şimdiki nesillerin gelecekte de varlıklarını devam ettirmeleri için çözümler üretmektir. Sürdürülebilir mimaride yapının sürdürülebilir olması için ana bileşen olan malzemeler için de sürdürülebilirlik kriterleri oluşturulmuştur. Yapılarda malzeme seçimi yapılırken, ihtiyaca göre parametreler göz önünde bulundurularak, estetik kaygılar, maliyet, mekanik büyüklükler, insan ve çevre sağlığı üstüne etkileri gibi kriterler göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada malzeme bağlamında sürdürülebilirlik ele alındığından sürdürülebilirliğin üç boyutu olan çevresel, sosyal ve ekonomik boyutundan, çevresel ve ekonomik boyutlarının kriterleri doğrultusunda incelenmiştir. Sürdürülebilirliğin çevresel boyutunda, suyun, enerjinin ve malzemenin korunumu stratejileri belirlenmiştir. Sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunda ise kaynakların verimli kullanılması, düşük bakım bedeli, yeni pazar alanlarının oluşturulması stratejileri belirlenmiştir. Bu kriterler doğrultusunda alt başlıklar oluşturulduktan sonra tablolaştırılıp corten çelik malzemesi bu tablo doğrultusunda incelenmiştir.

Corten çelik malzemesinin tarihçesi, avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir. Corten çeliğin pas patinasının oluşum süreci ve bunu etkileyen etmenler aşağıda belirtilmiştir.

- Belirli bir düzende güneş ve yağmur almayan yüzeylerde pas patinası gevşek olup, ıslanma-kuruma döngüsünün düzenli olduğu yüzeylerde ise istenilen sıkı pas patinası oluşmaktadır.
- Kuzey yarım küresinde batı ve güneye bakan yüzeyler de güneşlenme süresi fazla olduğundan oksit tabakası daha düzgünken; kuzey ve doğuya bakan yüzeyler ise güneşlenme süresinin kısa olmasından kaynaklı ıslak kalma süresi uzadığından

bu cephelerde pas patinasının oluşumu yavaştır, patina tabakası oluşumu özellikle kuzey cephede yavaştır.

- Suyu tutacak detaylardan kaçınılmalı, birleşim yerleri sıkı ve sızdırmaz olmalıdır.
- Panellerin perfore olarak kullanımı, ıslanma-kuruma döngüsünü kısa tuttuğundan pas patinasının oluşma sürecini hızlandırmaktadır.
- Corten çelikleri ana yapıya somun ve civata ile birleştirmek ve buralarda paslanmaz çelik ve galvanizli çelik bağlantı elemanları kullanımı yaygın bir uygulama yöntemidir.
- Aynı atmosferik koşullarda, yüzeyin yatay olması durumunda düşey olmasına kıyasla korozyon hızı yavaş olup, yüzeyde çukur, tuz, toz vb. birikmesi gibi nedenlerle kirlenmesi pas patinasının oluşum sürecini olumsuz etkilemektedir.
- Pas patinasının en iyi kırsal alan atmosferinde oluştuğu görülmektedir. Kıyıya yakın yerlerde corten çelik yüzeyindeki klorid korozyonu nedeniyle korozyon hızı diğer atmosferik ortamlara göre en yüksek olmaktadır. Bu durumda pas kalınlığı gittikçe artmaktadır. Bunun önüne geçmek için pas katmanının hafif aşındırıcı özellikteki temizleyiciler ile yüzeyden çıkartılması ve gerekirse UV dayanımlı vernik uygulaması yapılması gerekmektedir

Dünyadan ve Türkiye’den Corten çelik malzemenin kullanıldığı örnekler incelenmiştir. İncelenen örnekler doğrultusunda corten çeliğin cephe elemanı olarak kullanımının yoğunluk gösterdiği görülmüştür. Türkiye’de kullanımının çok az sayıda olduğu ve daha çok kamusal yapılarda kullanıldığı tespit edilmiştir.

Corten çelik sürdürülebilirliğin ekonomik ve çevresel kriterlerinde incelendiğinde her ne kadar ayrı ele alındıysa da aslında bütünleşik olarak işlemektedir. Çevresel ve ekonomik kriterlerinin iç içe olduğu görülmektedir.

### **Corten çeliğin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik bağlamında yapılan değerlendirmeleri:**

- Corten çelik % 100 geri dönüştürülebilir ve bu süreçte herhangi bir kalite kaybı yaşamadığından hem malzemedenden hem de hammaddeden tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca yüksek mukavemetli olduğundan ince kesitli kullanıldığından hammadde

ve malzeme tasarrufu sağlamaktadır. Böylece hem ekonomik olmakta hem de çevre duyarlı olmaktadır.

- Corten çelik sökülüp yeniden kullanılabilir. Bu sayede hem ekonomik olmakta hem de çevreye verdiği zarar azaldığından çevre duyarlı olmaktadır.
- Kaplamasız olarak kullanılan corten çelik korozyona karşı yüksek başarı sağladığı için kullanım ömrü uzamaktadır. Boyasız kullanım sağladığından çevreye zararlı uçucu madde yaymamaktadır. Boyalı kullanılan corten çeliğin boya ömrü ise sıradan karbon çeliklerin ömrünün 2 katı olmaktadır. Böylece hem ekonomik hem de çevre duyarlı olmaktadır.
- Yüksek mukavemetli olmasından kaynaklı corten çelik ince kesitli olduğu için daha hafif ve esnek yapılara olanak verdiği için doğal ışık ve havalandırmadan en fazla seviyede yararlanılıp, yapının kullanım enerjisini en az seviyede tuttuğu için enerji etkin bir malzeme olup hem ekonomik hem de çevre duyarlıdır.
- Corten çelik standart parçalar halinde üretilip, prefabrikasyon şeklinde kullanıldığı için, kaplamasız kullanıldığı için yapım hızı fazla olduğundan inşaat süresini kısalttığından kullanılan enerjiyi ve kirliliği azalttığından hem ekonomik hem de çevre duyarlıdır.
- Corten çelik % 100 geri dönüştürülebildiği için ve yeniden kullanımı olduğu için atık oluşturmadığından, atıkları ortadan kaldırmak için enerjiye ihtiyaç olmadığından hem ekonomik hem de çevre duyarlıdır.
- Hafif bir malzeme olduğu için taşıma sırasında fazla CO<sub>2</sub> emisyonu oluşmadığından çevre duyarlıdır.
- Corten çelik kuru yapım tekniği ile yapım sağladığı için düşük emisyonlu olduğundan çevre duyarlıdır.
- Corten çeliğin oluşturduğu doğal pas patinasının sakinleştirici rengiyle estetik sağladığından çevre duyarlı malzemedir.
- Pas patinası sayesinde bakım gerektirmeden kullanılmaktadır. Böylece hem bakım maliyetinden hem de kaplama maliyetinden ve enerjisinden tasarruf edilmektedir. Corten çelik zarar görülen kısmını oluşturduğu pas patinası sayesinde onardığı için ekstra herhangi bir onarıma ihtiyaç olmadığı için onarım maliyetinden ve enerjisinden tasarruf edilmektedir. Bu da malzemenin hem ekonomik hem de çevre duyarlı olmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak Dünya’da yaygın olarak kullanılan ülkemizde henüz kullanımının çok az olduğu corten çeliğın sürdürülebilirlik ekonomik ve çevresel kriterleri doğrultusundan ele alındığında oldukça fazla olumlu yönleri bulunmaktadır. Ekosistemde oluşan tahribatın azaltılması için yapılarda malzeme seçimi yapılırken bulunduğu bağlam ve sürdürülebilirlik kriterleri göz önüne alınıp, corten çelik kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Ülkemizde de biz tasarımcılara corten çeliğın tanıtımının yeterince yapılması ve kullanımının yaygınlaştırılması görev olarak düşmektedir.



## KAYNAKLAR

A. Zahner Company. (2022). *Solanum Steel, Weathering Steel, Preweathered*. Zahner: <https://www.azahner.com/materials/solanum-steel/>

Alaca Tınmaz, Ö. (2018). Sürdürülebilirlik Değerlendirme Sistemleri Bağlamında Yerel Yapı Malzemesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Anonim. (2021a). Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/amagaski/> (Erişim tarihi: 11.05.2021) adresinden alındı

Anonim. (2021b). Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/ashizuri-misaki/> (Erişim tarihi: 11.05.2021)

Anonim. (2021c). *Dovecote Studio/Haworth Topkins*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/89980/dovecote-studio-haworth-tompkins?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab&ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/89980/dovecote-studio-haworth-tompkins?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all) (Erişim tarihi: 20.01.2022)

Anonim. (2022a). *Global Weathering Steel Market Outlook*. expertmarketresearch: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/weathering-steel-market> (Erişim tarihi 15.03.2022)

Anonim. (2022aa). *Troya Müzesi*. Google Earth: <https://earth.google.com/web/search/%c3%a7anakkale+troya+m%c3%bczesi/> (Erişim tarihi: 17.04.2022)

Anonim. (2022ab). *Troya Müzesi*. Arkiv: <https://www.arkiv.com.tr/proje/troya-muzesi3/10019> (Erişim tarihi 18.03.2022)

Anonim. (2022ac). *Troya Müzesi*. Arkitera: <https://www.arkitera.com/proje/troya-muzesi-3/> (Erişim tarihi: 20.03.2022)

Anonim. (2022ad). *İklim Çanakkale*. Climate-Data.: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/canakkale/canakkale-174/> (Erişim tarihi: 01.05.2022)

Anonim. (2022b). *Weathering Steel Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Buildings & Construction, Transportation, Art & Architecture), By Region, And Segment Forecasts*. Grand View Research: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/weathering-steel-market> (Erişim tarihi: 13.03.2022)

Anonim. (2022c). *Peculiarities of using construction*. Rauta Reliable Solutions: <https://rautagroup.com/en/peculiarities-of-using-cor-ten-steel-in-construction/> (Erişim tarihi: 15.03.2022)

Anonim. (2022d). *S355J0WP, S355J2W, S355J2WP Korten Çeliği*. Cold Rolled Steels: <http://m.tr.coldrolledsteels.com/corten-steel/s355j0wp-s355j2w-s355j2wp-corten-steel.html> (Erişim tarihi: 04.03.2022)

Anonim. (2022e). *Benefits Of Corten Steel*. Distressed Metal: <https://distressedmetals.com/corten/benefits/> (Erişim tarihi: 11.01.2022)

Anonim. (2022f). *Pape+Pape Architekten*. Divisare: <https://divisare.com/projects/156636-pape-pape-architekten-dirk-krull-bruckenpark-mungsten-visitors-center-restaurant-haus-mungsten-> (Erişim tarihi: 19.01.2022)

Anonim. (2022g). *Quarry Gardens In Nanning Garden Expo Park*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/969521/quarry-gardens-in-nanning-garden-expo-park-atelier-dyjg?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/969521/quarry-gardens-in-nanning-garden-expo-park-atelier-dyjg?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 24.01.2022)

Anonim. (2022h). *Ferrum 1 Office Building/ Tchoban Voss Architekten*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/967030/ferrum-1-office-building-tchoban-voss-architekten?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-](https://www.archdaily.com/967030/ferrum-1-office-building-tchoban-voss-architekten?ad_source=search&ad_medium=projects_tab-) (Erişim tarihi: 22.01.2022)

Anonim. (2022ı). *Diyarbakır Halk ve Çocuk Kütüphanesi*. Yapı Dergisi: <https://yapidergisi.com/diyarbakir-halk-ve-cocuk-kutuphanesi/> (Erişim tarihi: 20.01.2022)

Anonim. (2022i). *F35 House / Projetebem Arquitetura*. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/967315/f35-house-projetebem-arquitetura> (Erişim tarihi: 20.01.2022)

Anonim. (2022j). *The Corten House / DMOA Architecten*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/563239/the-corten-house-dmoa-architecten?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/563239/the-corten-house-dmoa-architecten?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 27.01.2022)

Anonim. (2022k). *Steel Band / Atelier Arcau*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/331659/steel-band-atelier-arcau?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/331659/steel-band-atelier-arcau?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 24.01.2022)

Anonim. (2022l). *Albanueva House / Ezequiel Amado Cattaneo*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/933102/albanueva-house-ezequiel-amado-cattaneo?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/933102/albanueva-house-ezequiel-amado-cattaneo?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 15.01.2022)

Anonim. (2022m). *Looptecture F*. Archilovers: <https://www.archilovers.com/projects/45197/looptecture-f.html#images> (Erişim tarihi: 25.02.2022)

Anonim. (2022n). *Trail Restroom / Miro Rivera Architects*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/433316/trail-restroom-miro-rivera-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/433316/trail-restroom-miro-rivera-architects?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 25.02.2022)

Anonim. (2022o). *Ötzi Peak 3251m Viewing Platform / Noa\* Network of Architecture*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/947236/otzi-peak-3251m-noa-star?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/947236/otzi-peak-3251m-noa-star?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 23.01.2022)

Anonim. (2022ö). *Marks Tower*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/966611/marsk-tower-big?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-](https://www.archdaily.com/966611/marsk-tower-big?ad_source=search&ad_medium=projects_tab-) (Erişim 18.01.2022)

Anonim. (2022p). *Helŕstŕyn Castle Palace Reconstruction / Atelier-r*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/951016/helfstyn-castle-palace-reconstruction-atelier-r?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-](https://www.archdaily.com/951016/helfstyn-castle-palace-reconstruction-atelier-r?ad_source=search&ad_medium=projects_tab-) (Erişim tarihi: 23.02.2022)

Anonim. (2022r). *Arizona Courtyard House / Optima DCHGlobal*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/957637/arizona-courtyard-house-optima-dchglobal?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-%20](https://www.archdaily.com/957637/arizona-courtyard-house-optima-dchglobal?ad_source=search&ad_medium=projects_tab-%20) (Erişim tarihi: 15.01.2022)

Anonim. (2022s). *Sant Pere Sacarrera Footbridge Made From Corten Steel By Alfa Polaris*. Dezeen: <https://www.dezeen.com/2013/11/17/sant-pere-sacarrera-footbridge-corten-steel-alfa-polaris/> (Erişim tarihi: 05.02.2022)

Anonim. (2022ş). *Pizzeria Casuale*. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/948449/pizzeria-casuale-roby-macedo-arquitetura-e-design?d\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-](https://www.archdaily.com/948449/pizzeria-casuale-roby-macedo-arquitetura-e-design?d_source=search&ad_medium=projects_tab-) (Erişim tarihi: 19.01.2022)

Anonim. (2022t). *Tower*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/928548/tower-1-at-420-kent-residential-building-oda?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab-](https://www.archdaily.com/928548/tower-1-at-420-kent-residential-building-oda?ad_source=search&ad_medium=projects_tab-)( Erişim tarihi 18.01.2022)

Anonim. (2022u). *Corten Steel Installations In Arma*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/catalog/us/products/20206/corten-steel-installations-in-arma-punto-design?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab&ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com/catalog/us/products/20206/corten-steel-installations-in-arma-punto-design?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all) (Erişim tarihi: 18.01.2022)

Anonim. (2022ü). *Cemetery, Sustainability, Slovakia*. Archdaily: <https://www.archdaily.com/957424/city-cemetery-presov-nil-svaby-stoa-architekti> (Erişim tarihi: 18.01.2022)

Anonim. (2022v). *Memorial Center-Mexico*. Archdaily: [https://www.archdaily.com/359698/memorial-to-victims-of-violence-gaeta-springall-arquitectos?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/359698/memorial-to-victims-of-violence-gaeta-springall-arquitectos?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (Erişim tarihi: 25.01.2022)

Anonim. (2022y). *Corten Çelik*. Wordpress: <https://mimarliginsonsozu.wordpress.com/tag/corten-steel/> (Erişim tarihi: 13.03.2022)

Anonim. (2022z). *Troya Müzesi*. Google Map: <https://www.google.com/maps/search/troya+m%C3%BCzesi/@40.0605504,26.2077063,11z->(Erişim tarihi 20.03.2022)

Aydın, B. (2011). Sürdürülebilir Çelik Uygulama Olanakları. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Baharetha, S. M. (2013). A Model For Selecting Sustainable Exterior Wall Building Materials / Products In Hot, Humid Climate. *Doktora Tezi*. Suudi Arabistan: King Fahd University Of Petroleum & Minerals.

Barat, R., Palamor, T., B., G., Fuente, D., & Cano, E. (2016). Composition and Protective Properties Of Weathering Steel Artificial Patinas For The Conservation Of Contemporart Outdoor Sculpture. *ResearchGate* (s. 1-6). içinde India: ICOM-CC.

Bartu, K. E. (2020). Kırsal Yerleşmeler ve Eko-köyler Arasındaki Etkileşimin Sürdürülebilirlik Bağlamında Değerlendirilmesi: Çanakkale Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi.

Berber, F. (2012). Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri ve Ekolojik Malzemeye Mimari Konut Tasarımı. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Haliç Üniversitesi.

Cantürk, B. (2015). Çok Katmanlı Kabuk Cephe Sistemleri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Beykent Üniversitesi.

Çatı ve Cephe. (2011). *Raif Dinçkök Kültür Merkezi*. Çatı ve Cephe: [https://www.cativecephe.com/yayin/659/raif-dinckok-kultur-merkezi\\_19573.html#.YnLc2dpBxPZ](https://www.cativecephe.com/yayin/659/raif-dinckok-kultur-merkezi_19573.html#.YnLc2dpBxPZ)

Edwards, B. (2007). Sürdürülebilirlik Kültürü ve Mimari Tasarımın Önündeki Güçler. *Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu* (s. 22-34). içinde Mimarlar Odası Antalya.

Eriç, M. (1994). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Es, K. (2018). Atmosferik Korozyona Dayanıklı Çeliklerin Yapılarda Cephe Elemanı Olarak Kullanılabilirlik Şartlarının İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.

Garlock, M. (2014). *Elevated Temperature Properties Of A588 WEATHERING STEEL*. Princeton University.

Granata, R. D. (2017). *Environmental Suitability of Weathering Steel Structures Florida-Material Selection, Phase 2*. Florida: Florida Atlantic University.

Güven, Ü. Y., Çimen, S., Güreş, Y., & Halaç, B. (2021). Korozyonun Farkında Mıyız? *Galder Web Semineri-4*. İstanbul: Türk Yapısal Çelik Derneği.

Hatke, P. (2021). *European Design Guide For The Use Of Weathering Steel In Bridge Construction*. Almanya: ECCS AC3 Bridge Committee.

Hoşkara, E. (2007). Ülkesel Koşullara Uygun Stratejik Yönetim Modeli / Ulusal Koşullara Uygun Sürdürülebilir İnşaat İçin Stratejik Yönetim Modeli. *Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

İkiz, S. (2004). Bina Kabuğunda Paslanmaz Çelik Kullanımının Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Kelly, J. (2010, Mart 7). *Nixon Fingerprints Missing From Provocative Sculpture's Relocation*. The Washington Post Company: <https://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/03/06/AR2010030602161.html>

Kibert, C. J. (1994). Establishing Principles and A Model for Sustainable Construction. *Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16*. Florida.

Kuyrukçu, E. Y. (2021). Bir "Yapı" Değil "His" Yaratmak: Troya Müzesi Örneği. *Online Journal Of Art And Design*, 53-70.

Lawson, B. (1996). *Building Materials, Energy and the Environment: Towards Ecologically Sustainable Development*. Royal Australian Institute of Architects.

Melchers, R. (2008). A New Interpretation Of The Corrosion Loss Processes for Weathering Steels In Marine Atmospheres. *Corrosion Science* 76, 3446-3454.

Morcillo, M. (2013). Atmospheric Corrosion Data Of Weathering Steels, A Review. *Corrosion Science*, 6-24.

Nippon Steel Corporation. (2019). *Nippon Steel Product*. Nippon Steel: [https://www.nipponsteel.com/product/catalog\\_download/pdf/A006en.pdf](https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/A006en.pdf)

Nuetalia Grupo. (2022). *Cor-ten Steel Material Collection*. Imar Singular Metal Solutions: <http://www.imarsa.com/> adresinden alındı

Osmançelebioğlu, D. (2015). Sürdürülebilir Mimari ve Sertifikalı Yeşil Binalar. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Haliç Üniversitesi.

Raja, V. K., Palanikumar, K., Renish, R. R., Babu, A. N., Varma, J., & Gopal, P. (2021). Corrosion Resistance Of Corten Steel - A Review. *Materials Today: Proceedings*, 46, 3572-3577. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.334>

Sev, A. (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık*. YEM Yayın.

Sharma, V., Sharma, J., Kumar, S., & Panwar, S. (2019). Age Hardening In COR-Ten Steel. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(2), 2278-3075. <https://doi.org/10.35940/ijitee.B8113.129219>

SSAB. (2020). *Structural Hollow Sections*. Finland: Eco Platform EPD .

SSAB. (2022). *Recommendations For Processing Industries*. SSAB: <https://www.ssab.com/tr-tr/markalar-ve-urunler/cor-ten/download> adresinden alındı

Targowski, W., & Kulowski, A. (2021). Influence of the Widespread Use of Corten Plate on the Acoustics of the European Solidarity Centre Building in Gdańsk. *Buildings*, 11-133.

ThyssenKrupp Steel Europe . (2007). *Weathering Fine Grain Structural Steel*. ThyssenKrupp: <https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/>

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). Mekanik/ Salınımlar Ve Dalgalar/Termodinamik. *Bilim Adamları Ve Mühendisler İçin Fizik* (s. 666-670). içinde New York: Deper Yayıncılar.

Vairamani, V., Mohan, N., Venkatesh, Karthikeyan, S., & Sakhivel, M. (2020). Optimization And Microstructure Analysis Of Corten Steel Joint In Mag. *Materials Today:Proceeding*, 673-680.

Wen, D., Li, Z., & Cui, J. (2010). Development Of Fire-Resistant Weathering Steel For Buildings In Baosteel. *The Minerals, Metals & Materials Society*, 157-164.

Yashwansingh, B., & Surnam, R. (2015). *Use Of Weathering Steel As A Sustainable Material In Mauritius*. Mauritius: University Of Mauritius.

Yavaşbatmaz, S., & Gültekin, A. B. (2013). Sustainable Design of Tall Buildings . *Graevinar*, 65(5), 449-461. <https://doi.org/10.14256/JCE.772.2012>

Yılmaz, S. (2021). Afet Sonrası Geçici Barınmanın Çevresel Ekonomik ve Sosyal Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi.

Yurdugüzel, O. (2015). YDD Kapsamında Sürdürülebilir Yapı Malzemesi Kullanımı: Eskişehir (Stratonikeia) Örneği. *Second International Sustainable Building Symposium* . Ankara.

Zhang, X., Yang, S., Zhang, W., Guo, H., He, & X. (2014). Influence Of Outer Rust Layers On Corrosion Of Carbon Steel And Weathering Steel During Wet-Dry Cycles. *Corrosion Science* 82, 165-172.