PEYZAJ MİMARLIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPISAL MALZEMELERİN KULLANIMI İZMİR ÖRNEĞİ

Senanur SIĞIRCI

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPISAL MALZEMELERİN KULLANIMI: İZMİR ÖRNEĞİ

Senanur SIĞIRCI
0009-0002-4863-6115

Doç. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

BURSA – 2025
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PEYZAJ MİMARLIĞINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEMELERİN KULLANIMI İZMİR ÖRNEĞİ

Senanur SIĞIRCI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN

Sürdürülebilirlik, çağdaş peyzaj mimarlığında yalnızca ekolojik tasarım kararlarıyla değil, kullanılan yapısal malzemelerin çevresel, ekonomik ve sosyal etkileriyle de doğrudan ilişkilidir. Bu tez çalışması, İzmir'de yer alan beş kent parkında kullanılan yapısal malzemeleri sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma kapsamında oluşturulan sistematik değerlendirme modeli, her malzeme türünü mekanik-fiziksel dayanım, çevresel etki, ekolojik uyum, kullanıcı konforu ve toplumsal katkı gibi başlıklar altında toplam 34 sürdürülebilirlik kriterine göre analiz etmektedir. Her kriter hem nicel teknik veri hem de nitel açıklama ve 5'li Likert ölçekli puanlama ile birlikte değerlendirilmiş; ardından her malzeme için başlıklara göre ortalamalar ve genel ortalama puanı hesaplanmıştır. Bu kapsamlı yapı, malzemelerin sürdürülebilirliğini ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve yorumlanabilir bir sistem dâhilinde ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, yapısal malzeme tercihlerinin yalnızca estetik ya da işlevsel değil, aynı zamanda uzun vadeli çevresel ve toplumsal etkiler doğrultusunda da ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu tez, peyzaj mimarlığında sürdürülebilir malzeme seçimi için rubrik tabanlı bütüncül bir değerlendirme modeli sunmakta ve kent parklarında sürdürülebilir tasarım kararlarına yönelik uygulamalı bir yöntem önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Peyzaj mimarlığı, Yapısal malzemeler, Biyomalzemeler, Malzeme değerlendirmesi

2025, xx + 176 sayfa.

ABSTRACT

MSc/PhD Thesis

USE OF SUSTAINABLE MATERIALS IN LANDSCAPE ARCHITECTURE
THE IZMIR EXAMPLE

Senanur SIĞIRCI

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Assoc. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN

Sustainability in contemporary landscape architecture is not solely defined by ecological design decisions but also by the environmental, economic, and social impacts of the structural materials used. This thesis aims to evaluate the structural materials utilized in five urban parks located in İzmir within the framework of sustainability principles.

A systematic assessment model was developed to analyze each material type based on a total of 34 sustainability criteria, grouped under themes such as mechanical-physical durability, environmental impact, ecological compatibility, user comfort, and social contribution. Each criterion was assessed through both quantitative technical data and qualitative explanations, combined with a 5-point Likert scale scoring system. Subsequently, category-based averages and an overall sustainability score were calculated for each material. This comprehensive structure provides a measurable, comparable, and interpretable system for evaluating the sustainability of materials.

The findings indicate that the choice of structural materials should not be based solely on aesthetics or functionality, but also on their long-term environmental and societal impacts. This thesis proposes a rubric-based, holistic evaluation model for sustainable material selection in landscape architecture and offers an applicable methodology for sustainable design decisions in urban parks.

Key words: Sustainability, Landscape architecture, Structural materials, Biomaterials, Material assessment

2025, xx + 176 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, kent peyzajlarında kullanılan yapısal malzemelerin sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesini amaçlayan bir araştırmanın ürünüdür. Saha çalışmaları, akademik derinlik ve malzeme analizleriyle geçen bu süreçte, yalnızca bir akademik metin değil; aynı zamanda mesleki kimliğimin bir parçasını da inşa ettiğime inanıyorum.

Akademik yolculuğumda bana rehberlik eden, bu süreçte gösterdiği destek, eleştirel bakış açısı ve yapıcı katkılar, çalışmamın gelişmesinde büyük rol oynayan başta değerli danışmanım Doç. Dr. Zeynep Pirselimoğlu Batman olmak üzere tüm hocalarıma içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan, sabırları ve sevgileriyle bana güç veren aileme ve dostlarıma minnettarım.

“Doğaya saygı, yalnızca onu korumakla değil; onu yeniden düşünmekle, yeniden kurmakla başlar. Peyzaj mimarlığı, insanla toprağın, kentle doğanın arasında sürdürülebilir bir köprüdür ve bu köprünün her taşı, bilinçle seçilmiş bir malzemedir.”

Senanur SIĞIRCI
09/08/2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....viii
ABSTRACT.....ix
TEŞEKKÜR.....x
İÇİNDEKİLER.....xii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ..... xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....xvii
ÇİZELGELER DİZİN.....xx
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....3
2.1. Sürdürülebilirlik.....3
2.1.1. Sürdürülebilirlik Boyutları.....6
2.1.2. Sürdürülebilirlik Bağlamında Malzeme Seçimi.....8
2.2. Sürdürülebilir Malzemeler…….....9
2.2.1. Sürdürülebilir Malzemelerin Kullanım İlkeleri.....11
2.3. Malzeme Türleri.....14
2.3.1. Doğal Malzemeler.....14
2.3.2. Yapay / Endüstriyel Malzemeler…….....18
2.3.3. Geri Dönüştürülmüş Malzemeler…….....21
2.3.4. Kompozit Malzemeler.....21
2.3.5. Biyomalzemeler…….....23
2.4. Sürdürülebilir Malzemeler ve Kullanım Alanları.....31
2.5. Malzeme Seçiminde Etkili Kriterler…….....33
2.6. Geri Dönüşüm, Yeniden Kullanım ve Yaşam Döngüsü.....36
2.7. Peyzaj Mimarlığında Kullanılan Malzemeler.....39
2.8. Dünya Örnekleri.....41
2.9. Türkiye Örnekleri 57
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....73
3.1. Materyal.....73
3.2.Yöntem.....73
4.BULGULAR 80
4.1. Çalışma Alanlarında Kullanılan Yapısal Malzemelerin Çok Kriterli Değerlendirilmesi.....80
4.2. Parklara Göre Değerlendirme…….....120
4.2.1. Kültürpark…….....121
4.2.2. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı.....128

4.2.3. Halkpark…….....135
4.2.4. Bayraklı Sahil Bandı-Turgut Özal Rekreasyon Alanı.....143
4.2.5. Adalet ve Demokrasi Parkı.....148
4.3. Parklara Göre Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi.....155
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....157
KAYNAKLAR 164
ÖZGEÇMİŞ 176

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
CO2	Karbondioksit
C°	Santigrat
gj	Gigajoule
kg	Kilogram
m²	Metrekare
m³	Metreküp

Kısaltmalar	**Açıklama**
ABD	United States of America (Amerika Birleşik Devletleri)
BM	United Nations (Birleşmiş Milletler)
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Yöntemi)
COP 15	15th Conference of the Parties (15. Taraflar Konferansı)
COP 21	21st Conference of the Parties (21. Taraflar Konferansı)
COP 26	26th Conference of the Parties (26. Taraflar Konferansı)
EPD	Environmental Product Declaration (Çevresel Ürün Beyanı)
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer (Etilen Propilen Dien Monomer)
FSC	Forest Stewardship Council (Orman Yönetim Konseyi)
IEEP	Institute for European Environmental Policy **(**Avrupa Çevre Politikası Enstitüsü)
İZFAŞ	İzmir Fuarcılık Hizmetleri Kültür ve Sanat İşleri A.Ş.
LCA	Life Cycle Assessment Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik)
NEPA	National Environmental Policy Act **(**Ulusal Çevre Politikası Yasası**)**
OMM	Odunpazarı Modern Müze
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development (BM Çevre ve Kalkınma Konferansı)
UNCSD	United Nations Commission on Sustainable Development (BM Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu)

UNEP	United Nations Environment Programme (BM Çevre Programı)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (BM Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
UNMS	United Nations Member States (BM Üye Devletleri)
UV	Ultraviolet (Ultraviyole Işın)
VOC	Volatile Organic Compounds (Uçucu Organik Bileşikler)
WCS	World Conservation Strategy (Dünya Doğa Koruma Stratejisi)
WSSD	World Summit on Sustainable Development (Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi)
WSUD	Water Sensitive Urban Design (Su Duyarlı Kentsel Gelişim)

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Ahşap malzeme……	14
Şekil 2.2.	Doğal taş malzeme……..	15
Şekil 2.3.	Tuğla malzeme ve Kerpiç malzeme……	16
Şekil 2.4.	Bambu malzeme görseli……..	17
Şekil 2.5.	Beton malzeme görseli…….	18
Şekil 2.6.	Çelik malzeme görseli……..	19
Şekil 2.7.	Plastik malzeme görseli……..	20
Şekil 2.8.	Kompozit ahşap……	22
Şekil 2.9.	Keten malzeme görseli…….	25
Şekil 2.10.	Bambu pergole…….....	26
Şekil 2.11.	Kerpiç malzeme……..	26
Şekil 2.12.	Saman balyalı yapı…….....	27
Şekil 2.13.	Yün malzeme……..	28
Şekil 2.14.	Keçi kılı malzeme……	28
Şekil 2.15.	Biyobeton malzeme…….	29
Şekil 2.16.	Alg temelli çimento ve alg……..	29
Şekil 2.17.	Miselyum malzeme……..	30
Şekil 2.18.	Sürdürülebilir malzemelerin kullanım alanları……	31
Şekil 2.19.	Superkilen Parkı mimari plan görüntüsü ……	41
Şekil 2.20.	Superkilen Parkı……..	42
Şekil 2.21.	Superkilen Parkı kırmızı alan……..	43
Şekil 2.22.	Superkilen Parkı siyah pazar alanı……..	43
Şekil 2.23.	Superkilen Parkı siyah pazar alanı, japon kiraz ağaçları…….	44
Şekil 2.24.	Superkilen Parkı yeşil pazar alanı……	44
Şekil 2.25.	The Goods Line Parkı……..	46
Şekil 2.26.	The Goods Line çelik raylar……	47
Şekil 2.27.	The Goods Line drenaj ızgarası……..	48
Şekil 2.28.	Bishan–Ang Mo Kio Park……	49
Şekil 2.29.	Bishan–Ang Mo Kio Park dere kenarı…….	50
Şekil 2.30.	Bishan–Ang Mo Kio Park ahşap köprü……..	50
Şekil 2.31.	BIQ House dış cephe……	52
Şekil 2.32.	BIQ House alg paneller……	53
Şekil 2.33.	Lurie Garden……	55
Şekil 2.34.	Lurie Garden ahşap yürüyüş platformu……..	56
Şekil 2.35.	Lurie Garden çok katmanlı tasarım……..	57
Şekil 2.36.	Porsuk Çayı……..	58
Şekil 2.37.	Porsuk Çayı gondol su ulaşımı ve modüler çelik yapılar…….	60
Şekil 2.38.	Yoğurtçu Parkı plan görüntüsü……	61
Şekil 2.39.	Yoğurtçu Parkı küptaş kaplı yol……..	62
Şekil 2.40.	Yoğurtçu Parkı ahşap zemin……	63
Şekil 2.41.	Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü…….	64
Şekil 2.42.	Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü, çelik karkas üzeri ahşap platformlar……	65
Şekil 2.43.	Atatürk Kent Ormanı……..	67
Şekil 2.44.	Atatürk Kent Ormanı yaya yolu……..	68

Şekil 2.45.	Atatürk Kent Ormanı ahşap yürüyüş platformu……..	69
Şekil 2.46.	Seka Park……..	70
Şekil 2.47.	Seka Park'ı geri dönüştürülmüş malzeme kullanımıyla şekillenen görünümü……	71
Şekil 2.48.	Yöntem akış şeması……..	79
Şekil 4.1.	Ahşap malzeme dokusu……...	81
Şekil 4.2	Bergama granit küptaş uygulama görseli ve Bergama granit küptaş……...	85
Şekil 4.3.	Bergama granit plak taş malzemesi…….	89
Şekil 4.4.	Kilit taş malzemesi uygulaması……...	92
Şekil 4.5.	Kilit taş malzemesi zemin kaplaması……..	93
Şekil 4.6.	Metal malzemesi ve metal kutu profil…….	97
Şekil 4.7.	Mıcır malzeme…….	100
Şekil 4.8.	Sentetik reçineli dökme mozaik uygulaması……...	103
Şekil 4.9.	Taban tuğla döşeme uygulaması……..	110
Şekil 4.10.	Kayrak taş adım taşı uygulaması ve kayrak taş malzemesi….	113
Şekil 4.11.	Traverten zemin döşemesi ve traverten malzeme……	117
Şekil 4.12.	Kültürpark……	122
Şekil 4.13.	Oturma birimleri ve taban tuğla bordürlü sentetik reçineli yol	123
Şekil 4.14.	Mıcır yüzey ve ahşap pergole……..	123
Şekil 4.15.	Beton yürüme yolu……...	125
Şekil 4.16.	Ahşap saksılar ve üst yüzeyi ahşap gabion oturma birimi…...	126
Şekil 4.17.	Sentetik reçineli yürüyüş yolu ve aydınlatma armatürü……..	127
Şekil 4.18.	Aşık Veysel Rekreasyon Alanı……	128
Şekil 4.19.	Park içinde bulunan farklı zemin kaplamaları (Bergama granit küptaş, taban tuğla, sentetik reçineli dökme mozaik, bergama granit plak taş)……...	129
Şekil 4.20.	Gölet çevresi geçirgen yüzeyler ile (mıcır) oluşturulan drenaj sistemi……..	130
Şekil 4.21.	Gölet biyolojik mücadele bilgilendirme tabelası…….	131
Şekil 4.22.	Metal ayaklı ahşap ve beton üzeri ahşap yüzeyli oturma birimleri……	132
Şekil 4.23.	Halk Park…….	135
Şekil 4.24.	Çocuk oyun alanı ve oturma alanları……...	136
Şekil 4.25.	Bergama granit plak taş ve bazalt küptaştan oluşan zemin tasarımı ve bergama granit plak taş sınırlı sentetik reçineli yol detayı…….	137
Şekil 4.26.	Zemini doğal bırakılan ahşap malzemeli çocuk oyun alanı….	138
Şekil 4.27.	Sentetik reçineli dökme mozaik zeminli çocuk oyun alanı…..	138
Şekil 4.28.	Farklı yapısal malzeme içeren oturma birimleri……..	139
Şekil 4.29.	Bayraklı Sahil Bandı -Turgut Özal Rekreasyon Alanı…….	143
Şekil 4.30.	Ahşap zeminli seyir terası ve beton üzeri ahşap kaplamalı oturma birimi……	144
Şekil 4.31.	Bergama granit küp taş ve süpürgeli beton yürüyüş yolları…..	145
Şekil 4.32.	Traverten zemin kaplamalı yol ve metal gölgeleme elemanı…	146
Şekil 4.33.	Adalet ve Demokrasi Parkı……	149

Şekil 4.34.	Sentetik reçineli dökme mozaik kaplı yürüme yolları ve kilit taş malzemesi ile bağlantısı……..	150
Şekil 4.35.	Kayrak taş ve kilit taş kaplı yürüme yolları……..	150
Şekil 4.36.	Oturma birimleri……	151
Şekil 4.37.	Sentetik reçineli dökme mozaik zeminli ahşap malzemeden oluşan oyun gruplu çocuk oyun alanı……...	152
Şekil 4.38.	İzmir kentinde analiz edilen beş parkın yapısal malzeme kriterlerine göre ortalama sürdürülebilirlik puanları…….	156

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 2.1.	Sürdürülebilirlik tarihçesi…….	04
Çizelge 2.2.	Yapısal malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması……..	11
Çizelge 2.3.	Sürdürülebilir malzeme değerlendirme ölçütleri……..	35
Çizelge 2.4.	Sürdürülebilir malzeme değerlendirme soruları ……..	36
Çizelge 2.5.	Malzemelerinin geri dönüşüm, yeniden kullanım ve bertaraf süreçleri açısından karşılaştırmalı değerlendirmesi……	38
Çizelge 2.6.	Superkilen Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri……	45
Çizelge 2.7.	The Goods Line Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	48
Çizelge 2.8.	Bishan–Ang Mo Kio Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	51
Çizelge 2.9.	BIQ House'ta kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	53
Çizelge 2.10.	Millennium Park – Lurie Garden Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri……..	56
Çizelge 2.11.	Porsuk Çayı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	59
Çizelge 2.12.	Yoğurtçu Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri……	63
Çizelge 2.13.	Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köpürüsü'nde kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri……..	66
Çizelge 2.14.	Atatürk Kent Ormanı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	69
Çizelge 2.15.	Seka Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri…….	72
Çizelge 3.1.	Sürdürülebilirlik değerlendirmesinde kullanılan 5'li likert puanlama sistemi tanımları……..…	74
Çizelge 3.2.	Mekanik ve fiziksel özelliklere ait değerlendirme rubriği……..	75
Çizelge 3.3.	Çevresel sürdürülebilirlik kriterlerine ait değerlendirme rubriği…….....	75
Çizelge 3.4.	Su yönetimi ve dirençlilik kriterlerine ait değerlendirme rubriği…….....	76
Çizelge 3.5.	Peyzaj uygunluğu ve ekolojik katkılara ait değerlendirme rubriği……..	76
Çizelge 3.6.	Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik kriterlerine ait değerlendirme rubriği……..…….	77
Çizelge 3.7.	Ortalama puanlara göre malzeme sürdürülebilirlik düzeyi yorumlama aralıkları…….	77
Çizelge 4.1.	Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu …….	81

Çizelge 4.1. Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…… 82
Çizelge 4.1. Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…… 83
Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu …….. 85
Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam …….. 86
Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam …….. 87
Çizelge 4.3. Bergama granit plaktaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu ……. 89
Çizelge 4.3. Bergama granit plaktaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam……... 90
Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu…….. 93
Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…… 94
Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam……..……... 95
Çizelge 4.5. Metal malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu ……. 97
Çizelge 4.5. Metal malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam …….. 98
Çizelge 4.6. Mıcır malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu ……. 100
Çizelge 4.6. Mıcır malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…… 101
Çizelge 4.7. Sentetik Reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu …… 103
Çizelge 4.7. Sentetik reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…….. 104
Çizelge 4.7. Sentetik reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…….. 105
Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu ……. 106
Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…….. 107
Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…… 108
Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu……... 110
Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam……... 111
Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam……... 112
Çizelge 4.10. Kayrak taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu…….. 114

Çizelge 4.10. Kayrak taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…….. 115
Çizelge 4.11. Traverten malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu…….. 117
Çizelge 4.11. Traverten malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu devam…….. 118
Çizelge 4.12. Kültürpark'ta kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama puanları…… …….. 124
Çizelge 4.13. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda yapısal malzeme türlerini sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları …… 132
Çizelge 4.14. Halk Park'ta kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları …… 140
Çizelge 4.15. Bayraklı Sahil Bandı-Turgut Özal Rekreasyon Alanı'nda yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları……. 146
Çizelge 4.16. Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı'nda yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları…….. 152
Çizelge 4.16. Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı'nda yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları devam……..… 153
Çizelge 4.17. İzmir kentindeki beş parkın sürdürülebilirlik kriterlerine göre karşılaştırmalı değerlendirme puanları …… 155

1. GİRİŞ

Günümüzde iklim değişikliği, çevresel bozulma, doğal kaynakların tükenmesi ve yoğun kentleşme gibi küresel sorunlar, kentlerde sürdürülebilir tasarım anlayışının benimsenmesini kaçınılmaz hale getirmiştir (Kibert, 2016; Thompson & Sorvig, 2018). Bu sorunlar, kentlerin ekolojik dengesi üzerinde ciddi tehditler oluşturmakta ve bu tehditlerle başa çıkabilmek için yenilikçi ve çevre dostu tasarım stratejilerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Özellikle kentleşmenin yoğunlaştığı günümüzde, sürdürülebilir tasarım anlayışının benimsenmesi yalnızca çevresel korunmayı değil, gelecek kuşaklar için daha yaşanabilir yaşam alanları yaratılmasını da kritik hâle getirmektedir (Bribián, Capilla & Usón, 2011).

Bu bağlamda peyzaj mimarlığı, ekolojik dengeyi esas alan, toplumsal ve ekonomik ihtiyaçları bütüncül biçimde karşılayabilen tasarımlar üretme kapasitesi ile öne çıkan bir disiplindir (Yılmaz & Bulut, 2007). Peyzaj mimarlığı yalnızca estetik ve işlevsel bir alan değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği temel alarak kent ekosistemini bütüncül biçimde değerlendirmeyi mümkün kılan bir yaklaşımdır. Doğal çevreyle uyumlu yaşam alanları tasarlayarak kentlerin ekolojik dengesi korunur ve kullanıcıya daha sağlıklı mekânlar sunulur.

Peyzaj tasarımında kullanılan yapısal malzemeler ise sadece mekânsal işlevsellik, estetik bütünlük ve dayanıklılık gibi geleneksel ölçütlerle değil, üretim süreçleri, kullanım ömrü ve geri dönüşüm potansiyelleri gibi çevresel faktörlerle de değerlendirilmelidir (Atabeyoğlu & Uzun, 2020). Sürdürülebilir peyzaj tasarımında malzeme seçimi, çevresel etkileri en aza indirmeyi hedefleyen bilinçli bir karar sürecidir. Bu doğrultuda sera gazı emisyonlarını azaltan, yerel kaynak kullanımını teşvik eden, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi önerilmektedir. Malzemelerin ekosistemle uyumlu olması ve çevreyle etkileşimlerinin gözetilmesi de sürdürülebilir tasarımın temel ilkeleri arasında yer alır.

Türkiye'de son yıllarda sürdürülebilir peyzaj uygulamaları belediyeler düzeyinde artış göstermiş olsa da bu süreçte yapılan malzeme seçimlerinin çoğu zaman ekonomik ve teknik kriterler doğrultusunda şekillendiği görülmektedir (Yılmaz & Bulut, 2007). Kentsel açık alan tasarımlarında maliyet, uygulama kolaylığı ve bakım gibi unsurlar öncelik kazanırken, çevresel sürdürülebilirlik bağlamında yeterli değerlendirmelerin yapılmadığı görülmektedir. Oysa sürdürülebilirlik perspektifinde yalnızca maliyet ve teknik verimlilik değil, malzemenin çevresel etkileri, su yönetimine katkısı, bitkisel etkileşim düzeyi ve yerli üretim potansiyeli gibi ölçütlerin de dikkate alınması gerekmektedir (Elmas, 2021).

Bu tez çalışması, İzmir il sınırları içerisinde yer alan Kültürpark, Aşık Veysel Rekreasyon Alanı, Halk Park, Bayraklı Sahil Bandı–Turgut Özal Rekreasyon Alanı ve Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı gibi beş farklı kentsel parkta kullanılan yapısal peyzaj malzemelerinin sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda incelenmesini temel almaktadır. Her parkın farklı fiziksel ve sosyo-kültürel dinamiklere sahip olması, malzeme kullanımına ilişkin tercihlerin sürdürülebilirlik ilkeleri açısından değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Çalışmada granit küptaş, kilit taş parke, süpürgeli beton, kayrak taşı, taban tuğla, ahşap ve mıcır gibi malzemeler; çevresel etki, mekanik performans, su geçirgenliği, ekolojik uyum, bitkisel etkileşim ve sosyal katkı gibi kriterler çerçevesinde analiz edilmiştir.

Bu kapsamda araştırmanın amacı, söz konusu malzemelerin bireysel ve park bazında sürdürülebilirlik düzeylerini sistematik bir şekilde ortaya koymak ve sürdürülebilir peyzaj tasarımı için yol gösterici sonuçlar ile öneriler üretmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışma, yalnızca mevcut durumun tespit edilmesiyle sınırlı kalmayıp, malzeme seçim süreçlerine ilişkin çevresel ve sosyal sorumluluk bilincini artırmayı hedeflemektedir. Böylece elde edilen bulguların, peyzaj mimarları ve yerel yönetimler için karar süreçlerinde kullanılabilecek nitelikte bir kaynak oluşturması ve sürdürülebilir peyzaj tasarımı literatürüne yerel düzeyde katkı sağlaması öngörülmektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sürdürülebilirlik

Geçmişten günümüze, dünya genelinde nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte sanayileşme ve kentleşme süreçlerinin hız kazandığı açıkça gözlemlenmektedir. Bu hızlı büyüme, doğal kaynaklara olan talebi artırarak tüketim hızını yükseltmiş, kaynakların tükenmesine ve atık miktarının ciddi şekilde artmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda, ekosistemlerin kendi kendine yeterlilik kapasitesi giderek azalmış ve doğal denge bozulmaya başlamıştır (Tufan & Özel, 2012; Öç, 2013).

Özellikle son 40 yıl içerisinde bu süreç küresel ölçekte daha belirgin hale gelmiş ve ekolojik dengenin bozulması, gelecek nesillerin yaşamını tehdit eden kritik bir endişe kaynağına dönüşmüştür. Bu tehdit, mevcut doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekliliğini gündeme getirmiş ve sürdürülebilirlik kavramının gelişmesine zemin hazırlamıştır (Tufan & Özel, 2012).

Sürdürülebilirlik kavramının temelleri, doğal kaynakların bilinçli kullanımına yönelik ilk bilimsel yaklaşımlardan biri olan "sürdürülebilir ormancılık" anlayışıyla atılmıştır. 1713 yılında Almanya'da Hans Carl von Carlowitz tarafından ortaya konulan bu kavram, doğal kaynakların tükenmesini önlemek amacıyla, doğadan alınan hammaddelerin yenilenebilir şekilde yönetilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Zaman içinde artan çevresel tehditler ve kaynakların hızla tükenmesi ile bu yaklaşım birçok ülke tarafından benimsenmiş ve sürdürülebilirlik ekseninde çeşitli uluslararası konferanslar ve anlaşmaların yapılmasına öncülük etmiştir. 1972 Stockholm Konferansı ile çevre düzenlemesinde uluslararası bir platformun oluşturulması, 1987 Brundtland Raporu (OCF) ile 'sürdürülebilir kalkınma ' terimini ilk kez kullanımı ve 1992 Rio Zirvesi sürdürülebilirlik politikaları ile tarihte küresel anlamda kilit rol oynamıştır (Çizelge 2.1) (Öç, 2013).

Çizelge 2.1. Sürdürülebilirlik tarihçesi (Elmas, 2021; Öç, 2013; Tufan & Özel, 2012).

1669	Ulusal Çevre Politikası Kanunu (NEPA)	ABD	
1972	BM İnsan Çevresi Konferansı (UNEP)	İsveç	Dünya Tek
1975	Ulusal Çevre Eğitimi Programı (IEEP)	Sırbistan	Belgrad Bildirgesi
1980	Dünya Koruma Stratejisi (WCS)	İsviçre	
1987	Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı (OCF)	Norveç	Brundtland Raporu
1992	BM Çevre Kalkınma Konferansı (UNCED)	Brezilya	Rio Bildirgesi/Ajanda 21
1997	Kyoto Protokolü	Japonya	Küresel Isınma
2000	BM Milenyum Zirvesi (UNMS)	ABD	
2002	Dünya Kalkınma Zirvesi (WSSD)	Güney Afrika	Johannesburg Bildirgesi Rio+10
2009	Kopenhag İklim Zirvesi	Danimarka	COP 15
2012	BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (UNCSD)	Brezilya	Rio+20
2015	Paris İklim Anlaşması	Fransa	COP 21
2021	Glasgow İklim Paktı	Birleşik Krallık	COP 26

Sürdürülebilirlik kavramı, zaman içinde farklı disiplinler ve kurumlar tarafından çeşitli açılardan ele alınarak tanımlanmıştır. Fakat genel çerçevede, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla bir denge sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımı ifade eder. Bu bağlamda, sürdürülebilirliğin tanımlanmasına ilişkin birçok görüş ön plana çıkmaktadır.

Brundtland Raporu (1987): Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporu'nda sürdürülebilir kalkınma, *"Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden, mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma"* olarak tanımlanmıştır (Öç, 2013). Bu raporda

sürdürülebiliriliği sadece günümüz şartları ve gereksinimleriyle değil uzun vadede hammaddelerin iyi yönetilmesi gerektiğini de vurgulamaktadır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ise, sürdürülebilirliği daha çok ekolojik boyutuyla ele almaktadır. Doğal kaynakların aşırı tüketimi, biyoçeşitlilik kaybı ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar, bu tanım kapsamında değerlendirilmektedir.

Sürdürülebilirlik, farklı akademik disiplinlerde ise çeşitli şekillerde ele alınmıştır. Örneğin, mühendislik alanında sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve yenilenebilir kaynakların kullanımıyla ilişkilendirilirken; ekonomi alanında sürdürülebilir büyüme ve kaynakların eşit dağılımı üzerinde durulmaktadır. Birçok uzman tarafından ise aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Dünya Sürdürülebilir İş Konseyi, sürdürülebilir kalkınmayı, iş dünyasının ve bireylerin gereksinimleri ile doğal kaynakların korunması arasında bir denge kurarak, ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutların geleceğe uyumlu ve planlı bir yönetim şeklinin olması olarak tanımlamaktadır (Aydın, 2017).

Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı'na göre, sürdürülebilirlik, doğanın korunarak insanoğlunun yaşam koşullarının sürekliliğinin sağlanmasını ifade eder. Bu süreçte, şimdiki ve gelecek kuşakların sosyal ve ekonomik yaşamları da göz önünde bulundurulmasını vurgulamıştır.

Gilman'a göre, sürdürülebilirlik, bir toplumun ekosistem ya da herhangi bir sistemin ana kaynaklarını tüketmeden sürekliliğini sağlayabilmesi anlamına gelmektedir. Bu tanım, sürdürülebilirliğin yalnızca doğal kaynaklarla sınırlı kalmayıp, toplumsal ve ekonomik sistemleri de kapsadığını vurgulamaktadır (Özmehmet, 2008).

Osso ve ark. (1996) göre sürdürülebilirlik, mevcut olan yapay ve doğal çevrenin korunmasının yanı sıra, insanlığın ve kaynakların devamını sağlamaya yönelik bir yaklaşımdır. Bu tanım, sürdürülebilirliğin yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda sosyo - ekonomik boyutunu da içerdiğini ortaya koymaktadır.

Tenikler (2001)'e göre sürdürülebilirlik, doğal kaynakların sürekliliğini esas alan bir kavram olup, bu kaynakların yalnızca mevcut nesil için değil, aynı zamanda gelecek nesiller için de korunarak kullanılması gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, kaynakların tüketilmeden yönetilmesi, uzun vadeli bir planlama anlayışının gerekliliğini savunmaktadır.

Hoşkara (2007) sürdürülebilirliği 20. yüzyılda küresel ölçekte ülke politikalarını, ekonomileri, enerji kullanımını, teknolojik gelişmeleri, üretim süreçlerini ve planlamayı etkileyen temel bir kavram olarak tanımlayarak mimari tasarım ve kent planlamasında da sürdürülebilirlik ilkelerinin giderek daha fazla önem kazandığını vurgulamaktadır.

Bu tanımlar, ana unsur olarak çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç boyutta incelendiğini gösterirken aynı zamanda bunlarla sınırlı kalmayıp sürdürülebilirliğin çok boyutlu olduğunu uzmanlar tarafından da bir kez daha ortaya koymuştur (Tufan & Özel, 2012).

2.1.1. Sürdürülebilirlik Boyutları

Sürdürülebilirlik, yalnızca çevresel bir kavram olmanın ötesinde; ekonomik, sosyal, kültürel, teknolojik ve yönetişimsel birçok bileşeni kapsayan çok boyutlu bir yaklaşımdır. Tufan ve Özel (2012), sürdürülebilirliğin yapı malzemeleri bağlamında değerlendirilmesinde bu boyutların bütüncül olarak ele alınması gerektiğini vurgularken; Şen, Kaya ve Alpaslan (2018) ise sürdürülebilirliği tarihsel, sosyal ve ekonomik çerçevede anlamlandırmanın önemine dikkat çekmektedir. Peyzaj mimarlığı disiplini açısından bu boyutlar hem planlama hem de malzeme seçimi süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır.

Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve ekosistem bütünlüğünün sürdürülmesi hedeflerini kapsar. Su, toprak, hava ve biyolojik çeşitliliğin korunması; karbon emisyonlarının azaltılması; atık yönetimi sistemlerinin geliştirilmesi ve yeşil altyapı çözümlerinin uygulanması bu kapsamda değerlendirilmektedir. Peyzaj mimarlığında, geçirgen yüzeylerin tercih edilmesi, yeşil

çatı sistemleri, doğal su döngüsünü destekleyen tasarımlar ve ekolojik koridorlar çevresel sürdürülebilirliğin alan içi karşılıklarıdır. Bu bağlamda, çevresel sürdürülebilirlik boyutu özellikle yapı malzemelerinin doğaya etkisini en aza indiren üretim süreçleri, kullanım süresi ve geçirgenlik özellikleriyle doğrudan ilişkilidir (Öç, 2013).

Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik, kaynakların verimli kullanılması, uzun vadeli maliyetlerin azaltılması ve yerel ekonomilerin desteklenmesi ilkelerine dayanır. Döngüsel ekonomi anlayışı, malzeme ve enerji akışlarının minimum atıkla yeniden kullanımını öngörür. Peyzaj mimarlığında uzun ömürlü, bakım maliyeti düşük ve yerel kaynaklardan temin edilen malzemelerin kullanımı ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir malzeme tercihleri sayesinde üretim sürecindeki enerji tüketimi, karbon ayak izi ve atık yönetimi optimize edilir. Malzeme geri dönüştürülebilirliği bilincine dayalı tasarım stratejileri bu noktada hayati önem taşımaktadır (Öç, 2013; Tufan & Özel, 2012; Eş, 2008).

Politik Sürdürülebilirlik

Politik sürdürülebilirlik, yerel, ulusal ve küresel düzeyde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen politikaların oluşturulmasını içerir. Paris İklim Anlaşması gibi uluslararası antlaşmalar ve Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları bu boyutun temel dayanaklarını oluşturur. Yerel yönetimlerin yeşil politikalar geliştirmesi, karbon salınımını azaltıcı teşvikler sunması ve sürdürülebilir üretimi desteklemesi peyzaj planlamasında politik sürdürülebilirlik ile ilişkilidir (Şen, Kaya & Alpaslan, 2018)

Etik Sürdürülebilirlik

Etik sürdürülebilirlik, sürdürülebilirlik ilkesinin yalnızca çevresel ve ekonomik değil, aynı zamanda ahlaki ve insani bir sorumluluk olarak ele alınmasını ifade eder. Bu yaklaşım, doğanın kendini yenileme hakkını tanımayı, biyolojik çeşitliliğin korunmasını, kaynakların adil kullanımını ve gelecek kuşaklara karşı sorumluluğu içerir. Peyzaj mimarlığında bu boyut, doğa merkezli tasarım ilkeleri, adil ve şeffaf malzeme temini,

zararlı üretim süreçlerinden kaçınılması ve kullanıcıyı çevresel farkındalığa teşvik eden düzenlemelerle somutlaşır. Etik sürdürülebilirlik, yalnızca sonuç odaklı değil; sürece, niyete ve toplumsal faydaya odaklanan bir yaklaşımla geleceği inşa etmeyi amaçlar (Thompson & Sorvig, 2018).

Bu boyutlar, sürdürülebilirlik kavramının çok yönlü ve kapsamlı yapısını anlamamıza ve her bir boyutun hem birbirini etkileyen hem de tek başına önemli olan farklı alanları temsil ettiğini görürüz (Şen, Kaya & Alpaslan, 2018).

Peyzaj mimarlığı açısından ele alınacak olur ise sürdürülebilirlik; Doğal kaynakları koruyarak, geri dönüştürülebilir maddelerin kullanımı ile yaşayan tüm canlı varlıklar için ekolojik dengeyi elde tutmayı hedefleyen tasarımlar ile kentsel ve kırsal alanlar oluşturarak gelecek nesile somut örneklerle bu bilincin aktarılmasıdır. Bu nedenle, sürdürülebilir malzeme seçimleri ve ekolojik tasarım ilkeleri, gelecekte daha dirençli ve çevreyle uyumlu yaşam alanları oluşturmak için kritik bir rol oynamaktadır.

2.1.2. Sürdürülebilirlik Bağlamında Malzeme Seçimi

Peyzaj mimarlığında malzeme seçimi, yalnızca estetik ve yapısal işlevsellikle sınırlı kalmayıp; aynı zamanda çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri dikkate alan bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Sürdürülebilir malzeme seçimi, doğal kaynakların korunması, enerji verimliliği, uzun ömürlülük ve düşük çevresel etki gibi temel kriterlere dayanmaktadır (Eş, 2008). Bu çerçevede, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için tasarım sürecinin başından itibaren doğru malzeme kararları alınması gerekmektedir (Şen, Kaya & Alpaslan, 2018).

Sürdürülebilirlik bağlamında malzeme tercihi yapılırken en önemli değerlendirme araçlarından biri yaşam döngüsü analizidir (LCA). Malzemenin hammaddesinden üretimine, kullanım sürecinden atık haline gelene kadar geçen tüm aşamalar çevresel etkiler açısından incelenmelidir (Tuna Taygun, 2017). Bu analiz, karbon ayak izi, su tüketimi ve enerji gereksinimi gibi göstergelerle malzemenin çevresel yükünü ortaya koymakta ve alternatifler arasında bilinçli tercihler yapılmasını sağlamaktadır (Öç, 2013).

Bununla birlikte, atık yönetimi ve geri dönüşüm potansiyeli, sürdürülebilir malzeme seçimini doğrudan etkileyen diğer temel faktörlerdir. Avrupa Atık Hiyerarşisi modelinde belirtildiği üzere, en ideal strateji atık oluşumunu önlemek, ardından azaltmak, yeniden kullanmak ve nihayetinde geri dönüştürmektir (Öç, 2013). Bu bağlamda, sökülebilir, yeniden işlenebilir ve enerji geri kazanımına uygun malzemeler öncelik kazanmaktadır (Eş, 2008).

Yerel ve doğal kaynakların kullanımına öncelik verilmesi, hem taşıma kaynaklı karbon salımını azaltmakta hem de bölgesel malzeme döngüsünü desteklemektedir (Şen, Kaya & Alpaslan, 2018). Bu tercih, aynı zamanda doğal çevreyle uyumlu, görsel ve ekolojik bütünlük sağlayan bir tasarım anlayışını da beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir malzeme seçimi yalnızca teknik değil, aynı zamanda etik ve stratejik bir karardır (Gültekin & Çelebi, 2022).

2.2. Sürdürülebilir Malzemeler

Sürdürülebilir malzemeler, üretiminden bertarafına kadar olan süreçte doğal kaynak tüketimini azaltan, geri dönüştürülebilir ya da yeniden kullanılabilir özellikler taşıyan ve doğaya veya kullanıcıya zarar vermeyen yapı ürünlerini kapsamaktadır. Bu tür malzemeler, sürdürülebilirlik açısından enerji verimliliği, çevresel ayak izi ve yaşam döngüsü performansı gibi ölçütlere göre değerlendirilir (Eş, 2008; Çüçen & Solak, 2023). Söz konusu nitelikleri sayesinde, sürdürülebilir malzemeler, özellikle yapı ve peyzaj tasarımlarında çevresel sorumluluğu destekleyen uygulamaların temelini oluşturmaktadır.

Peyzaj mimarlığında sürdürülebilir malzeme kullanımı, yalnızca doğal kaynakların korunmasına değil, aynı zamanda yerel ekolojik dengelerin sürdürülmesine de katkı sağlar. Yerel ve doğal kökenli malzemeler, taşıma kaynaklı karbon salımını azaltırken, aynı zamanda bulunduğu çevrenin kültürel dokusuna ve ekolojik yapısına uyum gösterir (Gültekin & Çelebi, 2022). Özellikle geçirgen zemin kaplamaları gibi çevreyle bütünleşik yapısal malzemeler, suyun doğal döngüsünü desteklerken mikro iklim koşullarının düzenlenmesine de katkı sunar (Şen, Kaya & Alpaslan, 2018).

Sürdürülebilir malzeme seçiminde yaşam döngüsü analizi (Life Cycle Assessment- LCA) temel değerlendirme yaklaşımıdır. Malzemenin üretim, kullanım, bakım ve bertaraf süreçlerindeki çevresel etkileri nicel verilerle ölçülebilir hale gelir. Bu değerlendirme sonucunda, uzun ömürlü, düşük bakım gereksinimine sahip ve yeniden kullanım potansiyeli yüksek malzemeler öncelikli tercihler olarak öne çıkar (Öç, 2013; Çüçen & Solak, 2023).

Çevresel katkılarının yanı sıra, sürdürülebilir malzemeler sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da önemlidir. İnsan sağlığına zarar vermeyen, yerel iş gücünü destekleyen ve maliyet etkin çözümler sunan malzemeler, sürdürülebilirliğin sosyal boyutunu güçlendirir. Kamusal açık alanlarda kullanılan malzemelerin erişilebilirlik, kullanıcı güvenliği ve kültürel uyum gibi ölçütleri karşılaması, bu bütüncül yaklaşımın gerekliliğini ortaya koyar (Yılmaz & Bulut, 2007).

Sonuç olarak, sürdürülebilir malzemeler enerji verimliliğini artıran, doğal kaynak kullanımını optimize eden ve çevresel etkileri azaltan nitelikleriyle yalnızca bugün için değil, gelecek nesiller için de kritik çözümler sunmaktadır. Geri dönüşüm teknolojilerindeki gelişmeler ve yeni malzeme bileşimlerinin keşfiyle birlikte bu malzemelerin kullanım alanlarının genişlemesi beklenmektedir. Özellikle yapı sektörü, tekstil, otomotiv ve peyzaj mimarisi gibi disiplinlerde sürdürülebilir malzemelerin yaygınlaşması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak açısından temel bir adım olacaktır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Yapısal malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması (DeBoer & Bareis, 2000, akt. Bayraktar Marangoz & Aydın, 2022).

Malzeme	**Yenilenebilirlik Notu**	**Sürdürülebilirlik Durumu**	**Geri Dönüşüm Oranı (%)**	**Karbon Depolama Kapasitesi (ton CO_2/m^3)**	**Üretim Enerji Tüketimi (kWh/m^3)**
Ahşap	Evet	Yüksek	75–85	~0.9	~30–60
Doğal Taş	Hayır	Orta	~50	-	~120–150
Bambu	Evet	Yüksek	~85	-	~10–20
Tuğla	Hayır	Orta	~10	-	~3–5 GJ (900–1,000 °C pişirme)
Plastik	Hayır	Düşük	50–60	-	~1.5–2 $kgCO_2/kg$ (geri dönüşümde)
Çelik	Hayır	Orta (Geri Dönüşüm ve Yeni Tekniklerle)	~90	-	Geri dönüşümde ~0.5 tCO_2/ton
Beton	Hayır	Düşük	~30	-	~100–150

2.2.1. Sürdürülebilir Malzemelerin Kullanım İlkeleri

Sürdürülebilir malzeme kullanımı, yalnızca çevresel kaygılarla sınırlı kalmayan; ekonomik verimlilik, sosyal fayda ve teknik yeterliliği birlikte değerlendiren çok boyutlu bir tasarım ilkesidir. Bu bağlamda, malzeme seçimi yalnızca estetik ve dayanıklılıkla değil; malzemenin yaşam döngüsü boyunca çevreye, kullanıcıya ve topluma olan etkileriyle de değerlendirilmelidir (Kibert, 2016; Bribián, Capilla, & Usón, 2011). Bu bölümde sürdürülebilir malzemelere ilişkin temel kullanım ilkeleri açıklanmaktadır.

Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Malzemenin yerel kaynaklardan temin edilmesi, nakliye süreçlerinden kaynaklanan karbon salımını azaltır ve bölgesel kalkınmayı destekler. Aynı zamanda doğal malzemeler, çevreyle daha uyumlu bir yapı üretimini mümkün kılar. Türkiye'de yapılan çalışmalar, doğal taş, killi tuğla ve ahşap gibi yerel malzemelerin düşük enerji tüketimi ve yüksek ekolojik uyum açısından avantaj sağladığını göstermektedir (Çüçen & Solak, 2023).

Dayanıklılık ve Uzun Ömür

Sürdürülebilir bir malzeme, dış etkilere karşı dirençli olmalı ve zamanla performansını kaybetmeden uzun süre işlevini sürdürmelidir. Dayanıklılığı yüksek malzemeler, yapıların bakım maliyetlerini azaltmakta, yenileme sıklığını düşürmekte ve dolayısıyla kaynak tüketimini sınırlamaktadır. Bu da hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir (Kibert, 2016).

Geri Dönüşüm ve Döngüsellik

Döngüsel ekonomi yaklaşımı çerçevesinde, kullanılan malzemelerin yeniden değerlendirilmesi ve atık haline gelmeden üretim sürecine geri kazandırılması büyük önem taşır. Cradle to Cradle (beşikten beşiğe) ilkesi, malzemenin tasarım aşamasından itibaren tekrar kullanımına uygun olacak şekilde üretilmesini savunur (Mc Donough & Braungart, 2002). Böylece malzemeler çevresel yük oluşturmadan üretim döngüsüne yeniden entegre edilebilir.

Yenilenebilir ve Biyobazlı Malzemelerin Tercihi

Bambu, kenevir, keten, jüt, mantar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyobazlı malzemeler, hızlı büyüyen ve düşük çevresel etkiye sahip bitkilerden elde edildiği için sürdürülebilir yapı malzemeleri arasında öne çıkar. Bu tür malzemeler, doğada biyolojik yollarla çözünebilen yapıları ve düşük karbon ayak izleri sayesinde çevreye zarar vermeden kullanılabilir (Yadav & Agarwal, 2021).

Enerji Verimli Üretim ve Yeşil Kimya

Yeşil kimya, kimyasal süreçlerin çevreye zarar vermeyecek biçimde yeniden tasarlanmasını ifade eder. Bu ilke, düşük enerji tüketimiyle çalışan, toksik içerik barındırmayan ve üretim sırasında minimum atık oluşturan yöntemlerin geliştirilmesini kapsar (Anastas & Warner, 1998). Yapı ve peyzaj sektöründe yeşil kimya uygulamaları; su bazlı bağlayıcılar, düşük sıcaklıkta işlenen biyobozunur malzemeler ve yenilenebilir kaynaklarla uyumlu üretim tekniklerini içermektedir (Ashby, Shercliff, & Cebon, 2009). Bu yaklaşım sayesinde hem çevre korunur hem de insan sağlığına zararlı etkiler azaltılır.

Sosyal ve Ekonomik Katkı

Sürdürülebilir malzeme kullanımı, sadece çevresel etkilerle değil; toplumsal ve ekonomik katkılarla da değerlendirilmelidir. Malzemenin üretim sürecinde yerel iş gücüne dayalı olması, adil üretim koşullarının sağlanması ve toplumsal fayda üretmesi bu bağlamda önemlidir. Ayrıca malzeme seçimi, kullanıcı sağlığı, güvenliği ve kültürel kimlik gibi sosyal sürdürülebilirlik bileşenleriyle doğrudan ilişkilidir (Eş, 2008).

2.3. Malzeme Türleri

2.3.1. Doğal Malzemeler

Ahşap

Ahşap yapı sektöründe en eski kullanılan malzemelerden biri olup sürdürülebilirlik açısından sahip olduğu niteliklerle günümüzde yeniden değer kazanmaktadır. Doğal, yenilenebilir ve karbon depolama kapasitesi yüksek bir kaynak olan ahşap, üretim sürecinde diğer pek çok yapısal malzemeye kıyasla daha düşük enerji tüketir. Aynı zamanda biyolojik olarak parçalanabilir yapısı sayesinde yaşam döngüsünü doğaya zarar vermeden tamamlayabilir. Ancak nem, böceklenme ve yangına karşı hassas olması nedeniyle kullanım alanlarında çeşitli koruyucu işlemler gerektirmektedir (Şekil 2.1) (Güneyli & Kaya, 2018).



Şekil.2.1. Ahşap malzeme (Url-1)

Sürdürülebilirlik açısından önemli bir diğer özellik ise ahşabın yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olmasıdır. Ahşap elemanlar, yapının ömrü dolduğunda yeniden biçimlendirilerek başka yapılarda değerlendirilebilir. Ayrıca sıcak ve doğal yapısı sayesinde insan psikolojisini olumlu etkileyerek biyofilik tasarım ilkeleriyle de örtüşmektedir (Kellert, 2015).

Doğal Taş

Doğal taşlar, yer kabuğunda doğal süreçlerle oluşmuş ve genellikle kesilerek ya da kırılarak yapı sektöründe kullanılan heterojen mineral bileşimli malzemelerdir. Mermer, granit, bazalt, kalker ve andezit gibi türleri hem estetik çeşitliliği hem de dayanıklılığıyla öne çıkar. Bu malzemelerin sürdürülebilirlik bağlamındaki en büyük avantajı, doğrudan doğadan elde edilmeleri nedeniyle kimyasal işlem gerektirmeksizin kullanılabilmeleri ve yaşam döngüleri boyunca düşük bakım gereksinimine sahip olmalarıdır (Şekil 2.2) (Ünal, 2021).



Şekil 2.2. Doğal taş malzeme (Url-2)

Doğal taşların üretim süreci, taş ocaklarında yapılan mekanik kesim ve çıkarma işlemleri ile başlar. Bu süreçte kimyasal kullanım en az seviyededir; ancak blokların çıkarılması, kesilmesi ve taşınması sırasında yüksek enerji tüketimi söz konusu olabilir. Özellikle taşın uzak mesafelerden temin edilmesi, taşıma kaynaklı karbon salınımını artırarak çevresel etkiyi yükseltebilir (Kalaycı & Karagülle, 2019). Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde doğal taşlar, özellikle bakım gerektirmemeleri, iklim koşullarına karşı dayanıklı yapıları ve geri dönüştürülebilirlikleri ile avantaj sağlarlar.

Kullanım ömrünü tamamlayan taşlar, yeniden kesilerek veya kırılarak başka yapılarda tekrar kullanılabilir. Yüzey kaplaması, dolgu malzemesi veya yol altyapısı gibi ikincil kullanım alanlarında değerlendirilebilmeleri, bu malzemeyi uzun vadeli yatırımlar için

cazip kılar (Erdoğan, 2020). Peyzaj ve mimarlık disiplinlerinde doğal taşlar, görsel bütünlük sağlayan doğal yüzey dokusu, kaymazlık gibi fiziksel avantajları ve uzun ömürlü performansı ile tercih edilmektedir.

Tuğla ve Kerpiç

Tuğla ve kerpiç, tarihsel bağlamda yapı sektöründe kullanılan en eski malzemeler arasında yer almakta olup, özellikle yerel kaynakların değerlendirilmesi açısından sürdürülebilirlik potansiyeli taşımaktadır. Tuğla genellikle kilin yüksek sıcaklıkta pişirilmesiyle, kerpiç ise kil, saman ve su karışımının kalıplara dökülüp doğal yollarla kurutulmasıyla elde edilir. Kerpiç üretiminde enerji tüketimi minimum düzeyde iken, pişmiş tuğlada enerji tüketimi ve karbon salımı daha yüksektir. Ancak her iki malzeme de üretim sürecinde kimyasal katkı gerektirmemesi, yerel kaynaklarla üretilebilmesi ve atık oluşturmadan doğaya entegre olabilmesi açısından çevre dostu nitelikler taşır (Şekil 2.3) (Yılmaz, 2020).



Şekil 2.3. Tuğla malzeme (Url-3) ve Kerpiç malzeme (Url-4)

Tuğla ve kerpiç, yüksek ısı yalıtım özellikleri ve nefes alabilir yüzeyleriyle yapıların iç mekân konforuna katkı sağlar. Geri dönüşüm açısından değerlendirildiğinde, kerpiç doğrudan doğaya karışabilirken, tuğla malzeme de ufalanarak dolgu ya da stabilize zemin olarak yeniden kullanılabilir. Yaşam döngüsü boyunca düşük bakım ihtiyacı ve pasif

enerji performansı sağlayan bu malzemeler, özellikle kırsal bölgelerde ve sürdürülebilir konut projelerinde hâlen etkin bir rol oynamaktadır (Aksoy & Özdeniz, 2021). Peyzaj ve mimarlık bağlamında, tuğla ve kerpiç duvarlar doğal doku arayışına cevap veren özgün yüzey özellikleri ile tercih edilir.

Bambu

Bambu, yapı sektöründe giderek daha fazla tercih edilen, çevresel etkileri düşük ve hızlı yenilenebilir bir doğal malzemedir. Özellikle 3–5 yıl gibi kısa bir sürede hasat edilebilmesi, onu geleneksel ağaç türlerine kıyasla çok daha sürdürülebilir kılar. Bambu üretimi sırasında yüksek sıcaklıklara veya kimyasal işlemlere gerek duyulmaması, bu malzemenin karbon ayak izini ciddi ölçüde azaltmaktadır. Aynı zamanda, fotosentez yoluyla yüksek miktarda karbon dioksit absorbe etmesi, iklim değişikliğiyle mücadelede olumlu katkı sunmaktadır (Şekil 2.4) (Van Dam ve ark., 2006).



Şekil 2.4. Bambu malzeme görseli (Url-5)

Yüksek çekme dayanımı ve esnekliği sayesinde bambu; çit, pergola, oturma grupları, yürüyüş yolları gibi dış mekân peyzaj elemanlarında tercih edilmektedir. Doğal yapısı ve estetik görünümüyle biyofilik tasarım ilkelerini desteklerken, aynı zamanda yerel

üretimle temin edilebilir oluşu lojistik kaynaklı çevresel etkileri de azaltmaktadır. Ancak bambunun sürdürülebilir kullanımını sınırlayan bazı zayıf yönleri de vardır. Nem emme eğilimi, böceklenmeye karşı hassasiyeti ve yangına karşı düşük dayanımı gibi nedenlerle, koruyucu işlemlerle desteklenmeden kullanımı uzun ömürlü olmayabilir. Bu nedenle sürdürülebilirlik potansiyelinin tam olarak kullanılabilmesi için bambunun üretimden kullanımına kadar olan süreçte uygun işlemlerle desteklenmesi önemlidir (van der Lugt ve ark., 2006).

2.3.2. Yapay / Endüstriyel Malzemeler

Beton

Beton, modern yapılaşmanın temel taşı olarak kabul edilmekle birlikte, sürdürülebilirlik açısından tartışmalı bir malzemedir. Özellikle içeriğinde kullanılan çimentonun üretimi sırasında ortaya çıkan yüksek karbon salınımı, betonun çevresel etkisini artırmaktadır. Dünya genelinde çimento üretimi, küresel CO_2 emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturmakta ve bu durum, sürdürülebilir beton üretimi gerekliliğini gündeme getirmektedir (Şekil 2.5) (Scrivener ve ark., 2018).



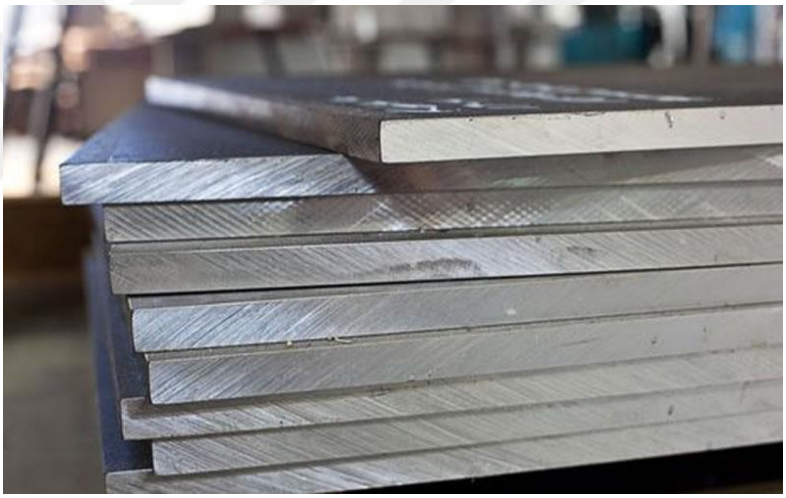
Şekil 2.5. Beton malzeme görseli (Url-6)

Bununla birlikte, betonun yüksek dayanıklılığı, düşük bakım ihtiyacı ve yerel hammaddelerle üretilebilmesi gibi avantajları sürdürülebilirlik açısından dikkate değerdir. Son yıllarda geliştirilen yeşil bağlayıcılar ve geri dönüştürülmüş agregaların kullanımıyla betonun çevresel etkisinin azaltılması yönünde önemli adımlar atılmıştır

(Habert ve ark., 2020). Ayrıca, geçirgen beton uygulamaları ile kentsel su yönetimine katkı sağlanmakta, yüzey suyu akışını azaltarak altyapı yükü hafifletilmektedir.

Çelik

Çelik, yapı sektöründe yaygın kullanılan modern malzemelerden biri olup, sürdürülebilirlik açısından yüksek geri dönüştürülebilirliği ile öne çıkmaktadır. Üretim sürecinde yüksek enerji gereksinimi bulunsa da, çeliğin tekrar tekrar eritilip yeniden kullanılabilmesi, onu döngüsel ekonomi bağlamında önemli bir yapı malzemesi haline getirmektedir. Yapılan araştırmalar, dünyada kullanılan çeliğin yaklaşık %90'ının geri dönüştürüldüğünü ve bu işlemlerin uygun teknolojilerle yapıldığında çevresel etkisinin azaltılabildiğini göstermektedir (Şekil 2.6) (World Steel Association, 2020).



Şekil 2.6. Çelik malzeme görseli (Url-7)

Yüksek mukavemeti ve hafifliği sayesinde yapı elemanlarında daha az malzeme kullanımıyla daha uzun açıklıklar geçilmesine olanak tanıyan çelik, aynı zamanda montaj kolaylığı ve esnek yapısı sayesinde de sürdürülebilir inşaat uygulamaları için uygundur. Ancak üretim sırasında kullanılan fosil yakıtlar ve sera gazı emisyonları göz önünde bulundurularak, yeşil çelik üretimi ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımı yönünde çalışmaların artırılması gerekmektedir (Pauliuk ve ark., 2017).

Yaşam döngüsü boyunca dayanıklılığı sayesinde bakım ihtiyacının düşük olması, geri dönüştürülme oranının yüksekliği ve modüler yapısı, çeliği sürdürülebilir bir malzeme olarak öne çıkarmaktadır.

Plastik

Plastik esaslı malzemeler, modern yapı ve peyzaj sektöründe hafiflikleri, esneklikleri ve form çeşitliliği nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak plastiklerin çoğunlukla petrol temelli olması ve doğada çözünmelerinin uzun yıllar alması, çevresel etkilerini artırmaktadır. Buna rağmen, plastiklerin geri dönüştürülme potansiyeli sürdürülebilirlik açısından önemli bir fırsat sunar. Özellikle geri dönüştürülmüş plastik kullanımı, enerji tasarrufu sağlar ve atık miktarını azaltır (Şekil 2.7) (Hopewell ve ark., 2009).



Şekil 2.7. Plastik malzeme görseli (Url-8)

Plastik atıkların yapı malzemesi olarak yeniden kullanımı, zemin kaplamaları, kenar elemanları, kent mobilyaları, çitler ve geçici yapı elemanlarında giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polipropilen (PP) ve geri dönüştürülmüş PVC gibi plastik türleri, UV dayanımı artırılmış formlarıyla dış mekânlarda işlevsel çözümler sunar. (Al-Salem ve ark., 2009).

2.3.3. Geri Dönüştürülmüş Malzemeler

Geri dönüştürülmüş malzemeler, kullanılmış yapı ürünlerinin veya endüstriyel atıkların yeniden işlenerek ikinci bir yaşam döngüsüne kazandırılmasıyla elde edilen çevre dostu alternatiflerdir. Sürdürülebilir yapı tasarımında ve peyzaj uygulamalarında bu tür malzemeler, doğal kaynak kullanımını azaltmak, atık miktarını düşürmek ve karbon ayak izini minimize etmek amacıyla yaygın biçimde değerlendirilmektedir (Çolak & Aksoylu, 2021).

Yıkım atıklarından elde edilen beton, tuğla ve taş parçaları, özellikle dolgu, stabilize yol altyapısı ve zemin düzenlemelerinde; geri dönüştürülmüş metal elemanlar ise kent mobilyalarında ve yapısal desteklerde yeniden kullanılmaktadır. Aynı şekilde, cam atıklarının kırılarak agrega haline getirilmesi ya da asfalt kaplamalara katkı maddesi olarak eklenmesi de bu sürecin parçasıdır (Karakurt, 2020). Bu yöntemler, yeni malzeme üretiminin çevresel yükünü hafifleterek döngüsel ekonomi yaklaşımını desteklemektedir.

Geri dönüştürülmüş malzemelerin sürdürülebilirlik açısından sağladığı avantajlar yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik düzeyde de kendini göstermektedir. Malzeme tedarik maliyetlerinin düşürülmesi ve yerel atıkların dönüştürülerek kullanılması hem kamusal hem de özel peyzaj projelerinde erişilebilir ve maliyet etkin çözümler sunmaktadır. Ancak, bu malzemelerin dayanıklılık, estetik ve güvenlik standartlarına uygun hale getirilebilmesi için ileri düzey kalite kontrol süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Yıldız & Erten, 2019). Özellikle endüstriyel geçmişe sahip alanların yeniden işlevlendirilmesinde, bu tür malzemeler hem tarihsel süreklilik hem de ekolojik bilinç açısından güçlü birer araç olarak değerlendirilmektedir (Çolak & Aksoylu, 2021).

2.3.4. Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler, iki veya daha fazla farklı özelliğe sahip malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan, her bileşenin tek başına sağlayamayacağı mekanik, fiziksel veya estetik avantajları bütüncül olarak sunan yapı malzemeleridir. Genellikle bir matris (örneğin polimer, metal ya da seramik) ile takviye edici bir elemandan (cam elyafı, karbon fiber, doğal lifler gibi) oluşurlar. Bu tür malzemeler, hafiflik, yüksek dayanım, esneklik,

korozyon direnci ve uzun ömür gibi özellikleri sayesinde sürdürülebilir yapı ve peyzaj tasarımlarında dikkat çeken bir potansiyele sahiptir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Kompozit ahşap (Url-9)

Günümüzde özellikle geri dönüştürülmüş kompozit malzemeler, sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Ahşap plastik kompozitler (WPC), geri dönüştürülmüş plastik atıkların talaş, lif ya da odun tozu ile karıştırılmasıyla elde edilir ve dayanıklılığı artırılmış zemin kaplamalarında, çitlerde, kent mobilyalarında ve cephe sistemlerinde başarıyla kullanılmaktadır. Bu tür kompozitler, geri kazanılmış malzemelerin çevresel zararlarını azaltırken aynı zamanda doğal kaynak tüketimini sınırlayarak döngüsel ekonomi ilkelerine katkı sağlar (Türker & Atagür, 2022).

Üretim süreçlerinde kullanılan enerji miktarı ve bağlayıcıların kimyasal içeriği sürdürülebilirlik değerlendirmesi açısından dikkate alınması gereken hususlardır. Özellikle doğal elyaf takviyeli kompozitlerin (örneğin keten, jüt, bambu içerikli) kullanımı hem çevreye duyarlılık hem de biyobozunabilirlik açısından geleneksel kompozitlere göre üstünlük göstermektedir (Kılıç & Koç, 2021). Ancak doğal içerikli

bileşenlerin nem dayanımı ve UV direnci gibi zayıf yönleri, malzeme ömrünü kısaltabileceği için uygun mühendislik çözümleri ile desteklenmelidir.

Kompozit malzemeler, hava koşullarına dayanıklı yüzey bitişleri ve düşük bakım gereksinimleri ile dış mekân uygulamalarında uzun ömürlü çözümler sunar (Thompson & Sorvig, 2018). Aynı zamanda renk, doku ve form çeşitliliği sayesinde estetik özgürlük sağlar (Ashby ve ark., 2009). Ancak bu potansiyelin çevresel açıdan sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilebilmesi için, geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi ve toksik bağlayıcıların azaltılması gerekmektedir (Bribián ve ark., 2011; Aydın & Arslan, 2015).

2.3.5. Biyomalzemeler

Biyomalzemeler, canlı organizmalarla doğrudan ya da dolaylı temas hâlinde çalışabilecek şekilde tasarlanmış, doğal ya da sentetik kökenli, biyolojik sistemlerle uyumlu malzemelerdir (Güven, 2004). Mimarlık alanında ise cansız bir yapı elemanına ya da yapı malzemesine, canlı organizmalar entegre edilerek elde edilen malzemeler biyomalzeme olarak adlandırılmaktadır (Ataç, 2019).

Başlangıçta tıp ve biyomühendislik alanlarında öne çıkan bu malzeme grubu, günümüzde sürdürülebilir tasarım anlayışının gelişmesiyle birlikte mimarlık, peyzaj mimarlığı, çevre mühendisliği ve endüstriyel tasarım gibi birçok disiplinde kullanılmaktadır.

Biyomalzemeler, sadece işlevleriyle değil aynı zamanda çevreyle olan etkileşimi sayesinde yenilenebilirliği, geri dönüştürülebilirliği ve düşük karbon ayak izi gibi ekolojik nitelikleriyle de dikkat çekmektedir. Yapay malzemelerden farklı olarak biyomalzemeler; yenilenebilir kaynaklı, biyoçözünür, karbon ayak izi düşük ve ekosistem dostu özellikleriyle sürdürülebilir tasarımda önemli bir rol üstlenirler (Güven, 2004).

Biyomalzemelerden biyokompozit malzemeler de üretmek mümkündür. Farklı iki malzemenin birleşmesiyle elde edilen ve birleşim için iki malzeme arasında biyouyumluluk olması gereken, birleştiğinde yeni özellikler gösteren malzemeler kompozit malzeme olarak adlandırılmaktadır. Biyokompozit malzemeler (yeşil kompozit) reçine ve biyobazlı liflerin birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bambu, keten, yün, ipek gibi biyobazlı lifler bitki ve hayvanlardan elde edilmektedir.

Mimarlık ve peyzaj mimarlığı özelinde değerlendirildiğinde biyomalzemeler; yalnızca teknik performans değil, çevresel etkiler ve estetik bütünlük açısından da ele alınmaktadır. Doğal ve yerel kaynaklardan elde edilen, düşük işleme enerjisine sahip ya da atıkların yeniden kullanımı ile üretilmiş biyomalzemeler bu disiplinlerde ön plana çıkmaktadır ve sürdürülebilirliğin anahtarı haline gelmiştir (Devrim, 2023).

Ancak bir malzemenin "biyomalzeme" olarak kabul edilebilmesi için yalnızca doğal kökenli olması yeterli değildir. Biyomalzemeler, belirli kriterleri karşılamalıdır. Bu kriterler:

- Biyolojik kökenli veya biyolojik işlevli olmalı,
- Biyouyumlu olmalı; yani canlılarla ve çevreyle zararlı etkileşime girmemeli,
- Yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeli,
- Biyobozunur olmalı veya geri dönüştürülebilir yapıya sahip olmalı,
- Düşük karbon ayak izine sahip olmalı,
- Enerji verimli üretim süreçleriyle elde edilmeli,
- Mekanik dayanıklılık, esneklik, yalıtım gibi yapısal kriterleri karşılayabilmelidir (Ashby ve ark., 2009).

Bu özellikler, biyomalzemelerin yalnızca çevreye duyarlı değil, aynı zamanda işlevsel, dayanıklı ve teknolojik açıdan da uygulanabilir olmasını gerektirmektedir.

Konvansiyonel (Geleneksel) Biyomalzemeler

Bitkisel Kökenli Biyomalzemeler

Ahşap

Ahşap, biyolojik kökenli, karbon depolama kapasitesi yüksek ve biyobozunur özellikleriyle biyomalzeme sınıfında değerlendirilebilen temel yapı malzemelerindendir. Yenilenebilir orman kaynaklarından elde edilebilmesi ve doğayla biyouyumlu yapısı sayesinde sürdürülebilir tasarım ilkeleriyle bütünleşmektedir. Bu bağlamda, ahşap

yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda ekolojik ve estetik katkılarıyla da önemli bir biyomalzeme örneğidir. (Şenel, 2010; Ataç, 2019).

Keten

Keten lifleri, doğal takviye malzemesi olarak kompozit üretiminde önemli bir yer tutar. Yüksek çekme dayanımına sahip olması, düşük yoğunluğu ve biyolojik olarak çözünürlüğüyle yapı sektöründe çevreci alternatiflerden biridir. İç mekân kaplamaları, akustik paneller ve mobilya yüzeylerinde kullanılır. Ketenin sürdürülebilirliği; üretiminde düşük enerji ihtiyacı, yerel olarak yetiştirilebilmesi ve atık üretiminin azlığı ile doğrudan ilişkilidir (Şekil 2.9) (Çüçen & Solak, 2023).



Şekil 2.9. Keten malzeme görseli (Url-10)

Bambu

Bambu, hızlı yenilenme döngüsü, fotosentetik karbon absorpsiyon kapasitesi ve biyolojik olarak çözünür yapısıyla sürdürülebilir biyomalzemeler arasında öne çıkmaktadır. Organik içeriği ve düşük enerjiyle işlenebilir olması, onu çevresel etkiyi azaltan güçlü bir alternatif hâline getirmektedir. Biyolojik temelli lif yapısı hem yapı malzemesi olarak hem de ekolojik tasarımlarda kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Şekil 2.10) (Yılmaz & Yıldırım, 2020).



Şekil 2.10. Bambu pergole (Url-11)

Kenevir Betonu (Hempcrete)

Kenevir saplarının kireç temelli bağlayıcılarla karıştırılmasıyla elde edilen bu malzeme, ısı ve ses yalıtımında kullanılır. Nefes alabilen duvar sistemleri oluşturarak iç mekân konforunu artırır. Aynı zamanda kenevirin tarımsal üretim kolaylığı, bu malzemeyi çevresel olarak düşük ayak izine sahip bir alternatif yapar (Şekil 2.11) (Devrim,2023).



Şekil 2.11. Kerpiç malzeme (Url-12, Url-13)

Saman Balyaları

Saman balyası, düşük maliyetli, yerel temelli ve çevresel etkisi son derece düşük bir yapı malzemesi olarak özellikle kırsal mimaride sürdürülebilirlik açısından önemli bir alternatif sunar. Kompakt yapısı sayesinde hem ısı hem de ses yalıtımında etkili olan bu malzeme, geleneksel uygulamaların güncel ekolojik tasarım anlayışıyla bütünleşmesini mümkün kılar. Organik yapısı sayesinde biyolojik olarak çözünebilir olan saman

balyaları, yaşam döngüsü sonunda toprağa karışabilir ya da yeniden yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Bu yönüyle sadece geçici yapılar için değil; eğitim alanları, ziyaretçi merkezleri, açık hava kütüphaneleri veya eko-köy bileşenleri gibi kalıcı ve çok işlevli mekânlar için de sürdürülebilir çözümler üretir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Saman balyalı yapı (Url-14)

Görselde yer alan yapı örneği, saman balyasının yalnızca çevreci değil, aynı zamanda estetik ve işlevsel bir yapı bileşeni olarak peyzaj tasarımlarında da değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır (Çüçen & Solak, 2023; Öç, 2013). Bu tür uygulamalar, yerel malzeme kullanımının teşvik edilmesini ve doğa dostu yapı anlayışının yaygınlaştırılmasını destekler.

Hayvansal Kökenli Biyomalzemeler

Yün

Yün, ısı yalıtımı ve nem dengeleme özellikleri sayesinde iç mekânlarda çatı ve duvar yalıtımında kullanılmaktadır. Doğal lif yapısı sayesinde nefes alabilir, toksik madde içermez ve geri dönüştürülebilir niteliktedir (Şekil 2.13) (Ataç, 2019).



Şekil 2.13. Yün malzeme (Url-15)

Keçi Kılı

Anadolu'da geleneksel mimaride çamur sıvaların çatlamasını önlemek için kullanılmıştır. Lif yapısı sayesinde harç malzemeleri içinde bağlayıcılığı artıran bir etki gösterir. Sürdürülebilir mimarlıkta hem kültürel mirasın korunması hem de doğal katkı malzemesi olarak önemi büyüktür (Şekil 2.14) (Yılmaz & Bulut, 2007).



Şekil 2.14. Keçi kılı malzeme (Url-16)

Canlı Organizmalardan Türetilen Biyomalzemeler

Biyobeton (Self-Healing Concrete)

Bacillus türü bakterilerle üretilen biyobeton, çatlak oluşumu sonrası kendini onarabilen bir sistem sunar. Bu yapı sayesinde bakım maliyetleri azalır, yapısal dayanıklılık artar ve

malzemenin ömrü uzar. Özellikle altyapı ve sert zemin uygulamalarında yenilikçi bir çözüm olarak kabul edilmektedir (Şekil 2.15) (Jonkers, 2011).



Şekil 2.15. Biyobeton malzeme (Url-17)

Alginat ve Alg Temelli Malzemeler

Alg temelli malzemeler, özellikle deniz yosunlarından elde edilen alginat bileşeniyle öne çıkmakta ve biyoplastik, yüzey kaplaması ile ince film teknolojilerinde alternatif bir sürdürülebilir çözüm sunmaktadır. Doğal yapıları sayesinde biyobozunabilirlik özellikleri taşıyan bu malzemeler hem iç hem dış mekân uygulamalarında çevresel etkiyi azaltma potansiyeline sahiptir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Alg temelli çimento (Url-18) ve Alg (Url-19)

Özellikle fotosentetik aktif panellerde kullanıldığında, ışıkla enerji üretimi sağlayarak pasif enerji sistemlerine entegre olabilmektedir. Bu yönüyle, sürdürülebilir mimarlık ile biyoteknolojik yeniliklerin kesişiminde yer almakta ve gelecek odaklı tasarım stratejileri için önemli bir malzeme grubu oluşturmaktadır (Ataç, 2019).

Mycelium Paneller

Mantar köklerinden (mycelium) elde edilen bu paneller; iç ve dış mekân yüzey kaplamaları, kent mobilyaları ve geçici strüktürlerde kullanılabilir. Organik atıklarla beslenen yapısı sayesinde çevresel atıkları azaltır, ayrıca biyobozunur olması dolayısıyla doğada çözünebilir (Şekil 2.17) (Yılmaz & Yıldırım, 2020).



Şekil 2.17. Miselyum malzeme (Url-20, Url-21)

Tarımsal ve Endüstriyel Atık Temelli Malzemeler

Preslenmiş Atık Paneller

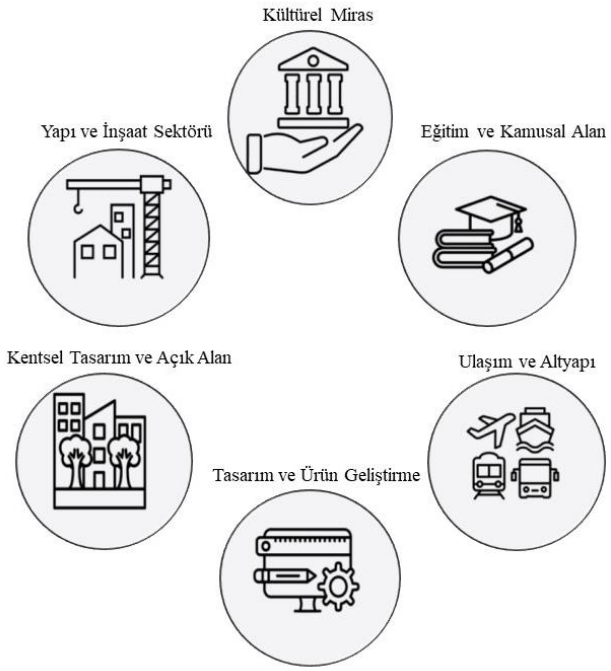
Talaş, mısır koçanı, kahve telvesi ve buğday sapı gibi tarımsal atıkların preslenerek biçimlendirilmesiyle elde edilen paneller; duvar kaplamaları, kent mobilyaları ve geçici yapılar için uygundur. Hem ekonomik hem de ekolojik açıdan avantajlı bir çözüm sunar (Çüçen & Solak, 2023).

Organik Kompozitler (Zeytin Çekirdeği, Deniz Yosunu vb.)

Yerli tarım atıklarından geliştirilen bu kompozitler, dış mekân peyzaj ürünlerinde düşük yoğunluk, dayanıklılık ve doğal görünüm gibi avantajlar sunar. Yerli üretimi desteklemesi ve geri dönüştürülebilirliği ile sürdürülebilirlik hedeflerine doğrudan katkı sağlar (Ataç, 2019).

2.4. Sürdürülebilir Malzemeler ve Kullanım Alanları

Sürdürülebilirlik kavramı, günümüzde sadece çevresel duyarlılık açısından değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik, toplumsal yarar ve uzun vadeli kaynak verimliliği bağlamında da ele alınmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir malzemeler, çevreyle dost üretim süreçleriyle elde edilen, kullanım ömrü boyunca düşük karbon ayak izi bırakan, geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir nitelikteki malzemeler olarak tanımlanabilir (Devrim,2023). Bu tür malzemelerin tercih edilmesi, yalnızca yapı sektöründe değil; ulaşımdan kent tasarımına, ürün tasarımından peyzaj mimarlığına kadar pek çok disiplini etkileyen dönüştürücü bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2.18) (Kibert, 2016).



Şekil 2.18. Sürdürülebilir malzemelerin kullanım alanları

Sürdürülebilir malzemelerin kullanımı öncelikle **yapı ve inşaat sektöründe** yoğun bir biçimde gözlemlenir. Geleneksel yapı malzemelerine alternatif olarak geliştirilen düşük karbon içerikli betonlar, geri dönüştürülmüş çelik elemanlar veya doğal taş türevleri, bu alanda yerini giderek sağlamlaştırmaktadır. Ayrıca enerji verimliliğini destekleyen yalıtım malzemeleri, pasif enerji tasarımına olanak tanıyan cam sistemleri ve

biyoklimatik cephe malzemeleri sürdürülebilir yapıların temel bileşenleri arasında yer alır (González & Navarro, 2006). Bu uygulamalar yalnızca çevresel fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadede bakım ve işletme maliyetlerini azaltarak ekonomik katkı da sunar.

Kentsel tasarım ve açık alan düzenlemelerinde sürdürülebilir malzeme kullanımı, kullanıcı deneyimini çevreye zarar vermeden iyileştirmeyi hedefler. Peyzaj mimarlığı bu noktada oldukça kritik bir alan olup, geri dönüştürülmüş plastikten yapılmış kent mobilyaları, düşük ısı tutma kapasiteli geçirgen yüzey kaplamaları, FSC sertifikalı ahşap kullanımı ve yerel taş malzemelerin peyzaj elemanlarında değerlendirilmesi gibi uygulamalarla öne çıkar. Ayrıca biyolojik çeşitliliği destekleyen yeşil altyapı uygulamalarında kullanılan doğal malçlar, su geçirgen yüzeyler ve yeniden kullanılabilir sulama sistemleri de bu kapsama dahildir (Thompson & Sorvig, 2018).

Tasarım ve ürün geliştirme alanında sürdürülebilir malzemelerin rolü giderek artmaktadır. Mobilya tasarımından endüstriyel ürünlere kadar birçok nesnede bambu, mantar, keten, jüt, bio-reçineler gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen malzemeler kullanılmaktadır. Bu tercihler hem estetik hem de çevresel bağlamda tasarıma değer katmakta; malzeme kimliğinin ürüne dahil edilmesiyle kullanıcıda farkındalık yaratmaktadır. Aynı zamanda bu yaklaşımlar, döngüsel ekonomi anlayışının günlük yaşam nesnelerine entegrasyonunu da sağlamaktadır (Ashby, 2013).

Ulaşım altyapılarında sürdürülebilir malzeme kullanımı, özellikle karbon emisyonlarının azaltılması ve kaynakların verimli kullanımı açısından kritik bir rol üstlenir. Bu kapsamda geri dönüştürülmüş ve düşük enerjili üretim süreçlerine sahip malzemeler öne çıkmaktadır. Geri dönüştürülmüş asfalt, kauçuk temelli yol kaplamaları, güneş enerjili yol sistemleri veya düşük enerjiyle üretilmiş betonlar gibi malzemeler hem çevresel zararları en aza indirgemekte hem de altyapı ömrünü uzatmaktadır (Black ,1996). Ayrıca bisiklet yolları, yeşil koridorlar ve toplu taşıma duraklarında kullanılan doğa dostu malzemeler, sürdürülebilir kentsel hareketliliğe katkı sunmaktadır.

Eğitim ve kamusal alan projelerinde sürdürülebilir malzeme tercihi, özellikle çocukların ve toplumun sürdürülebilir yaşam biçimlerine dair bilinçlenmesini sağlamak

adına önemli bir rol oynar. Okul yapılarında VOC (uçucu organik bileşik) içermeyen boyalar, toksik olmayan zemin kaplamaları, doğa ile uyumlu dış cephe malzemeleri ve enerji üreten cephe sistemleri tercih edilmekte, bu sayede çevresel eğitimle yapılı çevre arasındaki ilişki güçlendirilmektedir (Kibert, 2016).

Son olarak, **kültürel mirasın korunmasına yönelik uygulamalarda** da sürdürülebilir malzeme kullanımı önem kazanmaktadır. Restorasyon süreçlerinde yerel, doğal, yapıya özgü malzemelerin tercih edilmesi hem tarihsel dokunun korunmasına hem de karbon salınımının azaltılmasına yardımcı olur. Bu yaklaşım, sadece fiziksel yapıyı değil, o yapıya ait yerel bilgi birikimi ve işçilik geleneklerini de yaşatmayı hedefler (UNESCO, 2011).

Tüm bu kullanım alanları, sürdürülebilir malzemenin yalnızca çevreci bir alternatif olmanın ötesinde, aynı zamanda yapılı çevrenin niteliğini artıran, kullanıcı ile ekolojik farkındalık arasında köprü kuran stratejik bir tercih olduğunu göstermektedir. Bu noktada, sürdürülebilir malzeme seçiminin, tasarımın ilk aşamasından itibaren bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiği ortaya konulmuştur. Sürdürülebilir tasarımın malzeme odaklı bir yaklaşımla ele alınması, günümüzde yalnızca çevresel bir sorumluluk değil aynı zamanda mimarlığın iklim, kültür ve sosyal yapı ile kurduğu ilişkinin yeniden tanımlanması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir malzeme kullanımı; yalnızca bir yapının yapım sürecini değil, aynı zamanda yaşam döngüsünü, bakım ve onarım stratejilerini ve kaynak döngüsünü de kapsayan geniş bir çerçevede değerlendirilmelidir (Devrim,2023).

2.5. Malzeme Seçiminde Etkili Kriterler

Sürdürülebilir peyzaj tasarımında malzeme seçimi, yalnızca estetik beklentileri ve teknik yeterlilikleri karşılamakla kalmayıp çevresel, ekonomik ve toplumsal etkileri bir arada değerlendiren bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Bu çok-boyutlu bakış açısı, malzemenin hammadde temininden bertarafına kadar uzanan yaşam döngüsündeki her adımı irdeleyerek tasarım kararlarını bilimsel temellere oturtur (Tufan & Özel, 2012).

Peyzaj ölçeğinde çevresel performansın belirlenmesinde, yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) temel ölçüt olarak öne çıkar. LCA sayesinde enerji tüketimi, sera gazı salımı ve atık oluşumu gibi parametreler nicel olarak ölçülerek malzemeler arası karşılaştırma yapılabilir. Özellikle yerel kaynak kullanımıyla desteklendiğinde yaşam döngüsü etkileri önemli ölçüde azaltılabilir (Sarıbaş & Ok, 2022).

Bir diğer ana kriter olan yenilenebilirlik, malzemenin kendini yenileme kapasitesine sahip doğal ya da tarımsal kökenli kaynaklardan elde edilmesini ifade eder. Bambu, kenevir ve mantar temelli biyomalzemeler hızlı büyüme süreleri ve düşük karbon ayak izleriyle bu kapsamda olumlu örneklerdir (Çüçen & Solak, 2023). Buna karşın yenilenebilir olmayan kaynaklardan üretilen malzemelerde tüketimi sınırlandıran tasarım stratejileri benimsenmelidir.

Geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanılabilirlik de döngüsel ekonomi ilkesinin temelini oluşturur. Kullanım ömrünü tamamlayan malzemelerin atık hâline gelmeden geri kazanılması hem hammadde tüketimini hem de bertaraf yükünü azaltır. Türkiye'de yapılan saha araştırmaları, geri dönüştürülmüş ahşap ve kompozitlerin peyzaj elemanlarında yaygın şekilde değerlendirilerek ekonomik fayda sağladığını göstermektedir (Yılmaz & Bulut, 2007).

Malzemenin yerel temin edilebilirliği, taşıma kaynaklı emisyonları ve maliyetleri düşürmesinin yanı sıra bölgesel istihdamı destekleyerek sosyo-ekonomik sürdürülebilirliğe katkıda bulunur. Yerel taş ocaklarından çıkarılan doğal taşların ya da yerel atıklardan üretilen kompozit panellerin tercih edilmesi bu amaca hizmet eder (Tufan & Özel, 2012).

Dayanıklılık ve uzun ömür, malzemenin çevresel koşullara karşı gösterdiği direncin yanı sıra bakım sıklığını ve maliyetini doğrudan etkiler. Fiziksel stabilitesini koruyan malzemeler daha seyrek yenilendiğinden, toplam kaynak tüketimi de azalır. Bununla bağlantılı olarak bakım ve onarım kolaylığı, uygulama sonrası operasyonel verimliliğin ölçütüdür (Çüçen & Solak, 2023).

Sağlık ve güvenlik kriteri, malzemenin uçucu organik bileşik (VOC) veya ağır metal salımı gibi kullanıcı sağlığını tehdit eden etmenler içerip içermediğini sorgular. Çocuk oyun alanları ve sağlık odaklı açık mekânlarda VOC değeri düşük veya sıfır emisyonlu malzemelerin seçimi yasal düzenlemelerle de desteklenmektedir (Eş, 2008).

Son olarak çevresel sertifikasyon sahipliği (ör. EPD, FSC, LEED, BREEAM), malzemenin ulusal ve uluslararası standartlara uyum düzeyini göstererek tasarımcıya hızlı kıyaslama olanağı sunar. Belgeli ürünler, kalite ve şeffaflık açısından projelerde riskleri en aza indirger.

Bu kriterler, peyzaj mimarlığındaki malzeme analiz tablolarının kuramsal temelini oluşturarak sürdürülebilirlik hedeflerinin ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve raporlanabilir biçimde izlenmesine olanak tanır. Bu kapsamda, aşağıda yer alan çizelgelerde sürdürülebilir malzeme değerlendirmesinde kullanılabilecek temel ölçütler ve bu ölçütlere ilişkin yönlendirici değerlendirme soruları sunulmaktadır. Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4, tez kapsamında geliştirilen analiz sisteminin hem teorik hem de uygulamalı dayanağını oluşturmaktadır.

Çizelge 2.3. Sürdürülebilir malzeme değerlendirme ölçütleri (Tufan & Özel, 2012; Sarıbaş & Ok, 2022).

Ölçüt	**Açıklama**
1. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA)	Malzemenin hammadde temininden bertarafına kadar tüm süreçlerdeki çevresel etkilerinin bütüncül olarak analiz edilmesi.
2. Yenilenebilirlik	Malzemenin yenilenebilir ve sürdürülebilir şekilde yönetilen doğal kaynaklardan elde edilmesi.
3. Geri Dönüştürülebilirlik / Yeniden Kullanılabilirlik	Malzemenin kullanım ömrü sonunda yeniden kullanılabilmesi ya da geri dönüştürülebilmesi.
4. Yerel Temin Edilebilirlik	Malzemenin yerel kaynaklardan sağlanarak taşıma kaynaklı karbon salınımlarının ve maliyetlerin azaltılması.
5. Dayanıklılık ve Uzun Ömür	Malzemenin uzun süreli kullanımını mümkün kılan, bakım ihtiyacını azaltan fiziksel performans özellikleri.
6. Zararlı Kimyasal Salınımı	VOC gibi insan sağlığına zararlı bileşiklerin bulunmaması veya düşük seviyede olması.
7. Çevresel Sertifikasyonlar	Malzemenin FSC, EPD, Cradle to Cradle, LEED, BREEAM gibi geçerli çevresel etiketlere sahip olması.

Çizelge 2.4. Sürdürülebilir malzeme değerlendirme soruları (Tufan & Özel, 2012; Sarıbaş & Ok, 2022).

Ölçüt	Değerlendirme Soruları
1. Yaşam Döngüsü Etkisi	Üretim, kullanım ve bertaraf aşamalarında çevresel etkisi düşük mü? Enerji ve kaynak kullanımı minimumda mı?
2. Yenilenebilirlik	Malzeme yenilenebilir kaynaklardan mı elde ediliyor? Kaynağın sürdürülebilir yönetimi var mı?
3. Geri Dönüştürülebilirlik	Kullanım ömrü sonunda geri dönüştürülebilir mi? Yeniden işlenebilir ya da başka bir işlevle tekrar kullanılabilir mi?
4. Yerel Temin Edilebilirlik	Malzeme yerel kaynaklardan mı sağlanıyor? Taşıma süreci kısa ve düşük emisyonlu mu?
5. Dayanıklılık ve Ömür	Uzun ömürlü mü? Zamanla fiziksel özelliklerini kaybetmeden kullanılabilir mi?
6. Bakım ve Onarım Kolaylığı	Malzeme kolay bakım yapılabilir mi? Onarımı ekonomik ve uygulanabilir mi?
7. Sağlık ve Güvenlik	VOC gibi zararlı kimyasal emisyonları düşük mü? Kullanıcı sağlığını olumsuz etkileme riski taşımıyor mu?
8. Sertifikasyonlar	Malzemenin çevresel performansını belgeleyen uluslararası bir sertifikaya sahip mi (FSC, EPD vb.)?

2.6. Geri Dönüşüm, Yeniden Kullanım ve Yaşam Döngüsü

Günümüzde yapı ve peyzaj tasarımında kullanılan malzemelerin sürdürülebilirliği, yalnızca üretim kaynaklarının doğaya uyumu ile değil; kullanım ömrü sonrasındaki bertaraf biçimleri, geri dönüşüm potansiyelleri ve yeniden kullanım olanakları ile de doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, geri dönüşüm, bir malzemenin kullanım ömrü sona erdikten sonra fiziksel ya da kimyasal işlemlerle hammaddeye dönüştürülmesi ve yeniden üretim süreçlerine dahil edilmesi anlamına gelirken; yeniden kullanım, malzemenin yapısal bütünlüğü bozulmadan farklı bir işlevde veya aynı işlevde tekrar kullanılması sürecini tanımlar (Çüçen & Solak, 2023; Eş, 2008).

Bununla birlikte, sürdürülebilir malzeme seçiminde yalnızca bu iki kavram yeterli değildir. Malzemenin tüm yaşam döngüsünün değerlendirilmesi gereklidir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment - LCA), bir ürünün hammadde temininden üretim, taşıma, kullanım, bakım ve nihai bertaraf aşamasına kadar olan tüm süreçlerinin çevresel etkilerini ölçmeyi amaçlayan bütüncül bir yöntemdir (Tufan & Özel, 2012). Bu yöntem, malzeme tercihinin uzun vadeli çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini öngörmeye olanak tanır.

Yapısal malzemelerin yaşam döngüsü; hammadde temini, üretim, taşımacılık, uygulama, kullanım, bakım-onarım ve bertaraf olmak üzere birçok evreyi kapsar. Bu süreçlerin her biri hem çevresel ayak izi hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmelidir. Örneğin, ahşap malzeme yenilenebilir kaynaklı olması ve karbon depolama kapasitesiyle çevreci bir seçenek gibi görünse de yangın riski, biyolojik bozulma eğilimi ve sürdürülebilir ormancılık ilkelerine uygunluk gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, kullanım ömrü sonunda biyolojik olarak parçalanabilir olması, bertaraf sürecini doğaya daha uyumlu hâle getirir (Güven, 2014).
Beton, günümüzde en yaygın kullanılan yapı malzemelerinden biri olmasına rağmen, üretiminde yüksek enerji tüketimi ve karbon salımı gerektirmesi nedeniyle çevresel açıdan olumsuz bir profil çizer. Kullanım ömrü sonunda geri dönüşüm potansiyeli sınırlı olup, genellikle kırılarak dolgu malzemesi olarak kullanılabilir (Çüçen & Solak, 2023). Buna karşın, doğal taş malzemeler (örneğin granit ve kayrak taşı), uzun ömürlü ve düşük bakım gereksinimi ile avantaj sağlasa da madencilik faaliyetlerinin ekosistem üzerindeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Dayanıklılıkları sayesinde yaşam döngüleri uzun olsa da bertaraf süreçleri genellikle atık dökümü veya yeniden kullanım şeklindedir.

Kompozit malzemeler, yüksek dayanım ve hafiflik özellikleriyle öne çıkarken, özellikle epoksi temelli içerikler nedeniyle geri dönüşüm açısından problemli olabilir. Bazı kompozitler parçalanarak ikinci sınıf ürünlere dönüştürülebilse de kimyasal bağlayıcıların çevresel toksisitesi ciddi bir sorundur. Benzer şekilde, sentetik reçine temelli yüzeyler (örneğin akrilik, epoksi veya poliüretan kaplamalar), UV direnci ve su geçirimsizlik açısından avantaj sunsa da ömrü sonunda toksik atık kategorisinde değerlendirilerek özel bertaraf süreçleri gerektirir (Ataç, 2019).

Aşağıdaki tabloda seçili malzeme türlerinin geri dönüşüm potansiyeli, yeniden kullanım uygunluğu, bertaraf biçimi ve genel yaşam döngüsü uygunluğu karşılaştırmalı olarak sunulmuştur (Çizelge 2.5) (Tufan & Özel, 2012; Sarıbaş & Ok, 2022).

Çizelge 2.5. Malzemelerinin geri dönüşüm, yeniden kullanım ve bertaraf süreçleri açısından karşılaştırmalı değerlendirmesi (Tufan & Özel, 2012; Sarıbaş & Ok, 2022).

Malzeme Türü	**Açıklama**	**Geri Dönüşüm Potansiyeli**	**Yeniden Kullanım Uygunluğu**	**Bertaraf Türü**	**Yaşam Döngüsü Uygunluğu**
Ahşap	Yenilenebilir kaynak, biyobozunur, ancak yangına ve biyolojik bozulmaya açık.	Yüksek	Orta	Doğal bozunma / Yakma	Yüksek
Beton	Enerji yoğun üretim, geri dönüşüm sınırlı, karbon ayak izi yüksek.	Düşük	Düşük	Kırma-dolgu / Depolama	Orta
Doğal Taş	Uzun ömürlü ve dayanıklı; madencilik süreci ekolojik baskı oluşturur.	Orta	Yüksek	Yeniden kullanım / Depolama	Yüksek
Kompozit Malzeme	Geri dönüşümü zor; epoksi türlerinde toksisite riski yüksek.	Düşük	Düşük	Kimyasal işlem / Enerji geri kazanımı	Düşük
Sentetik Reçine	Geri dönüşümsüz; özel işlem gerektirir, toksik kalıntı riski vardır.	Düşük	Düşük	Tehlikeli atık / Termal işlem	Düşük
Kilit Taş Parke	Modüler yapı, kolay demontaj ve yeniden kullanım imkânı sunar.	Orta	Yüksek	Yeniden kullanım / Kırma	Yüksek
Mıcır	İşlenmemiş doğal malzeme, %100 yeniden kullanılabilir.	Yüksek	Yüksek	Doğrudan tekrar kullanım	Yüksek
Taban Tuğla	Pişirme süreci enerji yoğun; estetik ve yeniden kullanım için uygundur.	Orta	Orta	Yeniden kullanım / Depolama	Orta
Traverten	Doğal taş gibi dayanıklı; ancak madencilik etkisi dikkat çeker.	Orta	Yüksek	Yeniden kullanım / Döküm sahası	Yüksek
Alginat (Alg Temelli)	Biyobozunur, doğal deniz kökenli; enerji üretimi potansiyeli taşır.	Yüksek	Düşük	Doğal bozunma / Organik atık dönüşümü	Yüksek

Tablo 2.2.4.1'den de anlaşılacağı üzere, yapı malzemelerinin sürdürülebilirlik performansı yalnızca ilk üretim ve kullanım aşamalarına değil; aynı zamanda yaşam döngüsünün sonunda ortaya çıkan geri dönüşüm olanakları, yeniden kullanım potansiyeli ve bertaraf süreçlerinin çevresel etkilerine göre farklılık göstermektedir. Bu bağlamda, peyzaj mimarlığında malzeme tercihi yapılırken, yalnızca estetik ve işlevsellik değil; malzemenin tüm yaşam sürecine dair etkiler de dikkate alınmalı, çevresel yükü en aza indiren çözümler önceliklendirilmelidir. Özellikle kamusal alan uygulamalarında, uzun ömürlü ve düşük etkili malzemelerin tercih edilmesi, sürdürülebilir tasarımın temel ilkeleriyle örtüşen bütüncül bir yaklaşım sunar.

2.7. Peyzaj Mimarlığında Kullanılan Malzemeler

Peyzaj mimarlığı, yalnızca estetik ve mekânsal düzenlemeyi değil, aynı zamanda doğal ve yapay çevrenin sürdürülebilir bir bütünlük içinde tasarlanmasını hedefler. Bu bağlamda kullanılan malzemelerin seçimi, çevresel etkileri, kullanıcı konforu, uzun ömürlülüğü ve bakım gereksinimleri gibi çok boyutlu kriterlerle değerlendirilmelidir. Malzemenin yalnızca görsel uyum sağlaması yeterli değil; aynı zamanda doğayla dengeli bir ilişki kurabilmesi, ekolojik süreçleri destekleyebilmesi ve yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirliğe katkı sunması gerekmektedir (Çüçen & Solak, 2023).

Bu kapsamda peyzaj tasarımında kullanılan malzemeler genel olarak bitkisel ve yapısal olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir. Bitkisel malzemeler; ağaçlar, çalılar, yer örtücüler ve mevsimlik türler gibi canlı öğelerden oluşur ve yalnızca estetik katkılar sunmakla kalmaz, aynı zamanda karbon yutakları olarak atmosferdeki karbondioksiti absorbe eder, mikroklimayı düzenler ve biyolojik çeşitliliği artırır. Yerel bitki türlerinin tercih edilmesi, su ve bakım ihtiyacını azaltarak sürdürülebilirliğe doğrudan katkı sağlar (Yılmaz & Bulut, 2007; Eş, 2008).

Yapısal malzemeler ise zemin kaplamaları, oturma grupları, sınır elemanları, aydınlatmalar ve su öğeleri gibi cansız öğeleri kapsar. Bu gruba dâhil olan doğal taşlar; yürüyüş yolları ve meydanlarda uzun ömürlü ve düşük bakım gereksinimi ile öne çıkar. Ahşap, biyofilik etkisi ve estetik katkısıyla oturma birimleri ve pergolalarda tercih

edilirken; beton, geçirgen yüzey uygulamalarıyla su yönetimine destek sağlar. Geri dönüştürülmüş malzemeler çevresel yükü azaltan önemli alternatifler sunarken; çelik ve kompozit elemanlar ise dayanıklılık, modülerlik ve estetik özgürlük gibi nedenlerle özellikle kent mobilyalarında işlevsel çözümler sunmaktadır (Kibert, 2016; Thompson & Sorvig, 2018).

Bu çalışmada ele alınan malzemelerin pek çoğu, farklı kategoriler altında detaylı olarak incelenmiş olup (bkz. 2.3. Malzeme Türleri), bu bölümde ise yalnızca peyzaj uygulamaları içerisindeki işlevsel rolleri ve sürdürülebilir tasarım açısından kullanım bağlamları öne çıkarılmıştır. Peyzaj mimarlığında malzeme tercihi, yalnızca mevcut ihtiyaçları karşılamakla kalmamalı; aynı zamanda iklim değişikliği, kaynak kullanımı ve karbon ayak izi gibi küresel sorunlara da duyarlı olmalıdır. Bu nedenle her bir malzemenin yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal etkileri de göz önünde bulundurularak seçilmesi, sürdürülebilir peyzaj tasarımının temel ilkeleri arasında yer almaktadır (Öç, 2013; Şen ve ark., 2018).

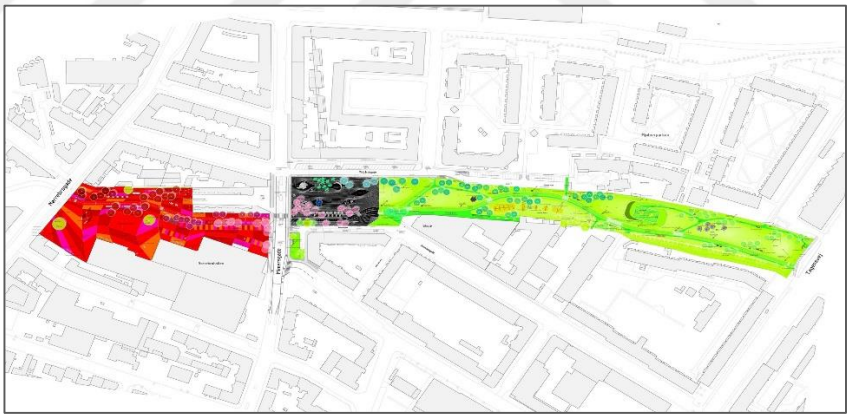
Sonuç olarak, peyzaj mimarlığında kullanılan malzemeler, yalnızca biçimsel veya işlevsel tercihlerle değil; aynı zamanda doğayla bütünleşik, uzun vadeli ve çevresel sorumluluk bilinciyle seçilmelidir. Bu yönüyle malzeme seçimi, peyzaj tasarım sürecinin en kritik sürdürülebilirlik kararlarından biridir. Uygulamada yaygınlaşan geçirgen yüzeyler, yerel taşlar, sertifikalı ahşaplar veya atık temelli kompozitler; yalnızca tasarımsal değil, toplumsal ve ekolojik sorumlulukların da birer yansıması hâline gelmiştir. Bu nedenle malzemelerin doğru seçimi ve bütüncül yaklaşımla ele alınması, peyzaj mimarlığında sürdürülebilirliği görünür kılan temel ilkelerden biri olmayı sürdürmektedir.

2.8. Dünya Örnekleri

Superkilen Parkı (2012, Kopenhag, Danimarka)

Superkilen Parkı, Kopenhag'ın Nørrebro semtinde yer alan ve çok kültürlü bir kamusal alan yaratma amacıyla tasarlanmış yenilikçi bir peyzaj projesidir. BIG (Bjarke Ingels Group), Topotek1 ve sanat kolektifi Superflex ortaklığında tasarlanan park, 2012 yılında tamamlanmıştır.

Proje, eskiden kullanılmayan bir demiryolu hattı boyunca uzanan koridorun kamusal yeşil alana dönüştürülmesiyle hayata geçirilmiştir. Yaklaşık 750 metre uzunluğundaki bu doğrusal park, **Kırmızı Alan (Red Square), Siyah Pazar (Black Market)** ve **Yeşil Park (Green Park)** olmak üzere üç tematik bölümden oluşur. Her alan, farklı estetik ve işlevsel özelliklerle tanımlanırken, özgün yapısal malzeme bileşenleriyle kullanıcı deneyimini çeşitlendirmektedir (Şekil 2.19) (BIG, Topotek1, & Superflex, 2012).

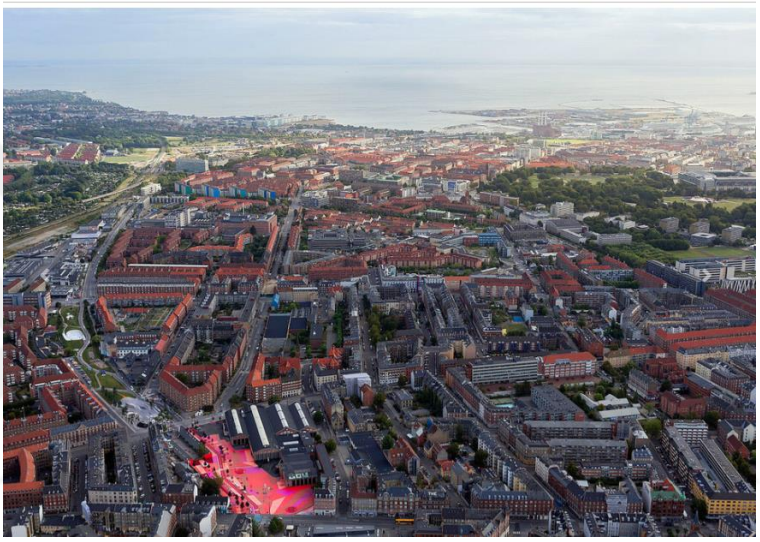


Şekil 2.19. Superkilen Parkı mimari plan görüntüsü (Url-22)

Superkilen Parkı, sürdürülebilir peyzaj mimarlığı açısından hem çevresel hem de sosyal sürdürülebilirliği aynı potada eriten bir malzeme yaklaşımına sahiptir. Parkta kullanılan yapı malzemeleri yalnızca fiziksel performans değil, aynı zamanda kültürel temsil ve atık azaltımı gibi unsurlar doğrultusunda seçilmiştir.

Tasarımın temelini oluşturan yaklaşımlardan biri, 60'tan fazla ülkeden temin edilen kent mobilyalarının (bank, spor ekipmanı, oturma elemanı, çeşme gibi) geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasıdır.

Bu uygulama hem atık üretimini azaltmış hem de çok kültürlü kullanıcı profilini yansıtarak sosyal sürdürülebilirliği desteklemiştir (Şekil 2.20) (Birch, 2015; Gehl, 2013).



Şekil 2.20. Superkilen Parkı (Url-23)

Kırmızı Alan, renkli epoksi reçine kaplama ve darbe emici kauçuk birleşimiyle oluşturulan geçirgen yüzeyiyle dikkat çeker. Bu zemin sistemi yağmur suyunun yüzeyden emilimini kolaylaştırırken, spor, pazar ve etkinlik alanları için çok amaçlı bir yüzey sağlar. Alanın çevresine yerleştirilen geri dönüştürülmüş kent mobilyaları – örneğin, Fas'tan çeşmeler, Çin'den neon tabelalar ve Brezilya'dan banklar – Superkilen'in kültürel çoğulculuğunu vurgulamaktadır (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Superkilen Parkı kırmızı alan (Url-24)

Siyah Pazar ise, yerel granit karo döşemeler ve beyaz çizgilerle tanımlanmış bir "kentsel oturma odası" işlevi görmektedir (Şekil 2.22). Bu bölümde, Bulgaristan'dan getirilen piknik masaları, Japon kiraz ağaçları ve spor alanları gibi farklı kökenli öğeler, geleneksel dokuları modern peyzaj diliyle birleştirmektedir (Şekil 2.23). Malzeme seçiminde uzun ömürlü, bakım ihtiyacı düşük ve yerel tedarik zincirine uygun çözümler tercih edilmiştir (BIG ve ark., 2012).



Şekil 2.22. Superkilen Parkı siyah pazar alanı (Url-24)



Şekil 2.23. Superkilen Parkı siyah pazar alanı, japon kiraz ağaçları (Url-24)

Yeşil Park, Superkilen'in üçüncü ve en doğal bölümüdür (Şekil 2.24). Bu alanda düşük bakım gerektiren doğal çim tepeler, geçirgen toprak yürüyüş yolları ve kauçuk kaplama ile donatılmış açık hava spor sahaları gibi yumuşak peyzaj elemanları öne çıkar. Gözenekli drenaj altyapısı sayesinde yağmur suyunun toprakta tutulması sağlanarak hem mikroklima iyileştirilmiş hem de ısı adası etkisi azaltılmıştır. Açık hava fitness istasyonları ve barbekü alanları gibi yapısal öğelerde kullanılan çelik ve termal işlem görmüş ahşap hem çevresel hem de kullanıcı konforuna yönelik sürdürülebilir malzeme seçimleriyle entegre edilmiştir (Çizelge 2.6). (Arkitera, 2015).



Şekil 2.24. Superkilen Parkı yeşil pazar alanı (Url-24)

Çizelge 2.6. Superkilen Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (BIG, 2012; Topotek1, 2012; ArchDaily, 2012).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Reçineli Zemin Kaplaması	Yüksek geçirgenliğe sahip, akrilik temelli özel yüzey
Granit Karo	Yerel üretim, dayanıklı taş döşeme
Geri Dönüştürülmüş Kent Mobilyaları	60'tan fazla ülkeden nesneler – yeniden kullanım
Çelik	Spor alanları ve kaykay pistlerinde
Ahşap (Isıl İşlem Görmüş)	Uzun ömürlü oturma birimleri ve kenar elemanları

Sonuç olarak, Superkilen Parkı sürdürülebilir yapısal tasarımı yalnızca çevresel bir sorumluluk olarak değil, aynı zamanda kültürel çeşitliliğin kamusal mekânda ifadesi olarak konumlandırmaktadır. Her bölümde kullanılan yapı malzemeleri, yalnızca işlevsellik değil, kimliksel bağlam ve ekolojik katkı açısından da dikkatle seçilmiştir.

The Goods Line (2015, Sidney, Avustralya)

The Goods Line, Sidney Merkez İstasyonu ile Darling Harbour arasında uzanan atıl bir demiryolu hattının 2015'te doğrusal bir park-koridora dönüştürülmesiyle oluşturulmuştur (ASPECT Studios, 2015). Tasarım ekibi hattın kültürel-eğitsel kurumların yoğunlaştığı bir bölgede yaya-bisiklet bağlantısı, sosyalleşme terasları ve oyun alanları içeren "kamusal kampüs" fikrini ortaya koymuştur; proje 1,7 dönümlük alanda 2400 m² yeni yeşil alan kazandırarak kentsel ısı adasını azaltmış ve %89 kullanıcı memnuniyeti sağlamıştır (Şekil 2.25) (Landscape Architecture Foundation, 2018).



Şekil 2.25. The Goods Line Parkı (Url-25)

Tasarım, endüstriyel mirası korumak ve malzeme döngüsünü kapatmak amacıyla yeniden kullanım, prefabrikasyon ve yerinde su yönetimi ilkelerini bütüncül şekilde uygulamıştır (Çizelge 2.7). Hizmet dışı kalmış çelik raylar ve traversler koridor kenar bordürü olarak yeniden işlevlendirilirken, sökülen tuğlalar altyapı dolgusunda değerlendirilmiştir (Şekil 2.26) (ASPECT Studios, 2015).



Şekil 2.26. The Goods Line çelik raylar (Url-25)

Park omurgasını oluşturan prefabrike geçirgen beton paneller zemin, merdiven ve oturma basamaklarını tek elemanda birleştirerek malzeme tasarrufu sağlamakta ve yağmur suyunu derzlerden sızdırarak WSUD hedeflerini desteklemektedir (Archello, 2015). FSC sertifikalı Spotted Gum ahşap platformlar karbon depolama kapasitesi ve düşük bakım avantajı sunarken, entegre çelik drenaj ızgaraları (Şekil 2.27) LED aydınlatmalı panellerle birlikte enerji-su verimliliği sağlamaktadır (Landscape Architecture Foundation, 2018).



Şekil 2.27. The Goods Line drenaj ızgarası (Url-25)

Çizelge 2.7. The Goods Line Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (ASPECT Studios, 2015; ArchDaily, 2015; Sydney Harbour Foreshore Authority, 2015).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Prefabrike geçirgen beton panel	Zemin, oturma ve merdivenleri bütünleştiren, yağmur suyunu filtreleyen modüler yüzey
Çelik ray/travers	Tarihî demiryolu elemanı; kenar bordürü ve bellek ögesi olarak yeniden kullanım
Geri kazanılmış tuğla	Alt temel ve peyzaj detaylarında atık tuğla dolgu
FSC-sertifikalı Spotted Gum	Ahşap teras ve oturma platformlarında uzun ömürlü, karbon depolayıcı malzeme
Çelik drenaj ızgarası	WSUD ilkelerine uygun, paneller arası su toplama-iletim sistemi

The Goods Line, doğrusal altyapı boşluklarının sürdürülebilir kamusal mekâna dönüştürülmesinde malzeme döngüsü, karbon azaltımı ve su geçirgenliği gibi kriterlerin tasarım ölçeğinde nasıl bütünleştirilebileceğini göstermektedir. Yeniden kullanılan ray ve tuğlalar projeye düşük gömülü enerji kazandırırken, prefabrike geçirgen paneller ve FSC ahşap yüzeyler uzun hizmet ömrü ve düşük bakım maliyeti sağlamaktadır. Böylece proje çevresel performans, endüstriyel mirasın korunması ve sosyal etkileşim hedeflerini eşzamanlı olarak gerçekleştirmiştir (ASPECT Studios, 2015; Landscape Architecture Foundation, 2018).

Bishan–Ang Mo Kio Park (2012, Singapur)

Bishan–Ang Mo Kio Park, Singapur'un merkezinde, 62 hektarlık bir alan üzerinde yer alan ve doğal dere sistemi ile entegre edilen kentsel bir yeşil altyapı projesidir. Tasarımı Almanya merkezli Atelier Dreiseitl tarafından yapılmış olan park, PUB (Public Utilities Board) tarafından 2012 yılında tamamlanmıştır (PUB Singapore, 2012). Proje, Singapur'daki "Active, Beautiful, Clean Waters (ABC Waters)" programının öncü örneklerinden biri olarak, mevcut düz beton kanalın doğal bir dere yatağına dönüştürülmesiyle ekolojik peyzajı geri kazanmayı amaçlamıştır (Dreiseitl & Grau, 2015). Park, yaya yolları, bisiklet rotaları, çocuk oyun alanları, oturma terasları ve suyla etkileşimli peyzaj alanlarıyla birlikte çok işlevli bir kamusal açık alan olarak yapılandırılmıştır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Bishan–Ang Mo Kio Park (Url-26)

Bishan–Ang Mo Kio Park'ın yapısal peyzaj malzeme stratejisi, ekolojik su yönetimi, geçirgenlik ve yerel malzeme kullanımı üzerine kuruludur. Projede su yönetimini iyileştirmek amacıyla, yüzeyde kullanılan doğal granit taşlar (Şekil 2.29), dere kenarında stabilizasyon elemanları olarak konumlandırılmış; aynı zamanda yaya geçişlerinde kaymaz yüzey oluşturarak kullanıcı güvenliği sağlanmıştır (PUB Singapore, 2012).

Zemin kaplamaları için çim taşı (geçirgen beton döşeme) ve ezilmiş taş dolgu kullanılmış, böylece yüzey sularının doğrudan toprağa sızması sağlanmıştır (Landezine, 2012).



Şekil 2.29. Bishan–Ang Mo Kio Park dere kenarı (Url-27)

Yürüyüş yolları boyunca kullanılan termal işlem görmüş ahşap malzeme, tropik iklim koşullarına dayanıklı olması nedeniyle seçilmiş, çelik ankrajlarla sabitlenerek bakım gereksinimi azaltılmıştır (Dreiseitl & Grau, 2015). Ayrıca, bazı oturma ve gölgelik yapılarında geri dönüştürülmüş metal profiller ve FSC-sertifikalı ahşap kaplamalar tercih edilmiştir (Şekil 2.30). Tüm bu malzeme tercihleriyle, proje hem biyofilik tasarım ilkesine uygun hem de teknik açıdan düşük bakım ve uzun ömür sunan bir sistem ortaya koymuştur (Çizelge 2.8).



Şekil 2.30. Bishan–Ang Mo Kio Park ahşap köprü (Url-27)

Çizelge 2.8. Bishan–Ang Mo Kio Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (Ramboll Studio Dreiseitl, 2012; PUB Singapore, 2018; Dezeen, 2018).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Granit blok taşlar	Dere kenarı stabilizasyonu ve yaya geçişlerinde kaymaz doğal yüzey
Geçirgen beton	Yağmur suyunun toprağa sızmasını sağlayan modüler zemin döşemesi
Ezilmiş taş dolgu	Doğal malzeme ile oluşturulmuş su emici yüzey altyapısı
Isıl işlem görmüş ahşap	Yüksek nem ve sıcaklığa dayanıklı, yürüyüş yolları ve oturma elemanlarında kullanılmış
Geri dönüştürülmüş metal	Gölgelik, korkuluk ve destekleyici yapılar için yeniden kullanım malzemesi

Bishan–Ang Mo Kio Park, kent içinde doğal döngüleri yeniden inşa ederken **sürdürülebilir yapısal malzeme kullanımını işlevsel, ekolojik ve estetik boyutlarda bütünleştiren** güçlü bir örnek sunmaktadır. Geçirgen yüzey elemanları ve doğal taşlarla sağlanan su emici sistem, aşırı yağışları absorbe ederken, geri dönüştürülmüş metaller ve yerel ahşaplarla inşa edilen donatılar karbon ayak izini azaltmıştır. Parkın sunduğu peyzaj altyapısı, yalnızca yeşil alan değil; aynı zamanda **sosyal etkileşim, ekolojik bağlantı ve su yönetimi** açısından çok katmanlı bir kamusal mekân örneği oluşturmuştur (Dreiseitl & Grau, 2015; PUB Singapore, 2012; Landezine, 2012).

BIQ House (2013, Hamburg, Almanya)

Hamburg'da 2013 yılında uluslararası bir inovasyon projesi olarak tamamlanan BIQ House (Bio Intelligent Quotient House), dünyada canlı mikroalglerle çalışan ilk "biyoreaktif cephe sistemine" sahip bina olarak öne çıkmaktadır. Proje, *Splitterwerk Architects* tarafından tasarlanmış; enerji üretimi, biyomalzeme kullanımı ve akıllı cephe teknolojilerinin birleştiği deneysel bir yapı olarak gerçekleştirilmiştir (Splitterwerk, 2013). Proje, Hamburg'un *International Building Exhibition (IBA)* sürecinin bir parçası olarak hayata geçirilmiş ve şehir ölçeğinde sürdürülebilirliğin yapı kabuğuyla nasıl entegre edilebileceğine dair öncü bir örnek sunmuştur (Şekil 2.31).

BIQ House, konut fonksiyonuna sahip olmakla birlikte, enerji üretimini cephe yüzeyinde gerçekleştiren, kendi kendine yeten bir sistem olarak değerlendirilir. Özellikle peyzaj mimarlığı bağlamında ele alındığında, cephede kullanılan alg temelli paneller, doğrudan güneş enerjisini biyokütleye ve ısıya dönüştüren bir sistemle çalışmakta; yapının çevresiyle etkileşim düzeyini dönüştürmektedir. Bu, yalnızca yapı düzeyinde değil, aynı zamanda kentsel çevre ve sürdürülebilir malzeme arayışları bağlamında da dikkat çekici bir uygulamadır (Hegger, Fuchs & Stark, 2012).



Şekil 2.31. BIQ House dış cephe (Url-28)

BIQ House'un en önemli özelliği, alg reaktörü panelleriyle donatılmış çift cidarlı cephe sistemidir (Şekil 2.32). Bu paneller, içerdikleri mikroalgler sayesinde fotosentez yaparak biyokütle üretmekte ve aynı zamanda güneş enerjisini ısıya çevirmektedir. Alglerin büyümesi sonucu ortaya çıkan biyokütle periyodik olarak toplanarak enerji üretiminde kullanılmakta, böylece hem doğal bir malzeme döngüsü oluşturulmakta hem de enerji ihtiyacı büyük ölçüde yapı kabuğundan karşılanmaktadır (Schnelle ve ark., 2015).



Şekil 2.32. BIQ House alg paneller (Url-29)

Kullanılan biyolojik malzeme olan alg, yapının cephe elemanı olarak işlevsel hale getirilmesiyle birlikte, doğrudan çevresel verimlilik sağlamaktadır. Ayrıca yapının diğer bölümlerinde yüksek yalıtım performansına sahip cam paneller, ısı geri kazanım sistemleri ve düşük karbon ayak izine sahip kompozit malzemeler kullanılmıştır. (Çizelge 2.9). Peyzajla olan ilişkide ise yapı, sürdürülebilir kentsel dokuyla bütünleşmeyi başarmış; zemin su toplama sistemleri ve geçirgen kaplama alanlarıyla da ekolojik sürdürülebilirliği desteklemiştir.

Çizelge 2.9. BIQ House'ta kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (SSC GmbH, 2014; IBA Hamburg, 2013).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Alg Temelli Panel Sistemleri	Cephede enerji üreten canlı mikroalg hücreleri içeren reaktif cam modüller
Düşük Karbonlu Kompozitler	Yapının taşıyıcı olmayan elemanlarında kullanılan hafif yapılı malzemeler
Yüksek Yalıtımlı Camlar	Enerji kaybını önleyen, güneş kontrolü sağlayan çok katmanlı cam sistemleri
Geçirgen Zemin Kaplamaları	Yağmur suyu yönetimi sağlayan dış mekân yüzey kaplamaları

BIQ House, sürdürülebilir yapı malzemeleri bağlamında sadece geri dönüştürülebilir veya yerel malzeme kullanımı değil, canlı biyolojik sistemlerin doğrudan entegre edilmesi yoluyla farklı bir tasarım paradigması sunmaktadır. Mikroalglerin cephe elemanına dönüştürülmesi, peyzaj mimarlığında da gelecekteki uygulamalar için çığır açıcı niteliktedir. Bu yapı, sürdürülebilir malzeme kullanımını yalnızca doğa dostu olmakla sınırlamayıp, doğayı tasarımın aktif bir parçası hâline getirmiştir.

Geleneksel cephelerin pasif karakterinin aksine, BIQ House'un biyoreaktif cephesi, kentsel mikroklimaya katkı sağlayan, kendi kendini düzenleyen bir sistem olarak çalışmaktadır. Böylece proje, kentsel peyzajla bütünleşen sürdürülebilir malzeme kullanımının hem estetik hem de işlevsel açıdan ne kadar ileri taşınabileceğini göstermektedir (Hegger ve ark., 2012; Schnelle ve ark., 2015).

Millennium Park – Lurie Garden (2004, Chicago, ABD)

Millennium Park, Chicago şehir merkezinde yer alan ve yaklaşık 10 hektarlık alanı kapsayan bir kentsel park projesidir. Parkın içerisinde yer alan **Lurie Garden**, 1 hektarlık bir alan üzerine kurulmuş olup, Hollandalı peyzaj tasarımcısı Piet Oudolf ile Gustafson Guthrie Nichol iş birliğinde 2004 yılında tamamlanmıştır (Lurie Garden, 2020). Park, "Karanlık Düzlük" ve "Açık Düzlük" olarak iki tematik bölgeden oluşmakta ve yerel bitki türleri, dört mevsim peyzaj dinamikleri ve doğal yüzey elemanlarıyla öne çıkmaktadır. Proje, estetik kalitesi kadar sürdürülebilirlik ilkeleriyle de dikkat çeker hem peyzaj malzeme kullanımı hem de bakım stratejileri çevresel etkiyi azaltmaya yöneliktir (Şekil 2.33) (Gustafson ve ark., 2005).



Şekil 2.33. Lurie Garden (Url-30)

Lurie Garden, yapısal peyzaj elemanlarının doğayla bütünleşik biçimde yerleştirildiği ve sürdürülebilir malzeme seçimlerinin peyzaj kompozisyonunu desteklediği bir örnektir. Bahçenin çevresini saran paslanmaz çelik sınır duvarı (shoulder hedge), geri dönüştürülmüş çelikten üretilmiş ve hem şeffaflık hem de yansıma etkisiyle doğal elemanları öne çıkarmıştır (Gustafson ve ark., 2005).

Zemin kaplamalarında kullanılan geri dönüştürülmüş beton plakalar ve çakıl dolgu yüzeyler, yağmur suyunun geçirimine olanak tanımakta; ayrıca ısı adası etkisini azaltıcı yüzey yansıtma değerine sahiptir (Lurie Garden, 2020).

Ahşap yürüyüş platformlarında FSC sertifikalı ve yerel kaynaklı çam kullanılmış, yağmur ve kar yüküne dayanacak şekilde çelik ankrajlarla monte edilmiştir (Şekil 2.34).



Şekil 2.34. Lurie Garden ahşap yürüyüş platformu (Url-30)

Sulama sistemi, su tasarrufu sağlayan damlama hatları ve toprağa gömülü nem sensörleri ile desteklenmiş, böylece malzeme yerleşimi ile su yönetimi entegre edilmiştir (Çizelge 2.10) (Landscape Architecture Foundation, 2015). Tüm bu sistem, dayanıklı fakat düşük bakım gerektiren bir peyzaj altyapısı sunmaktadır.

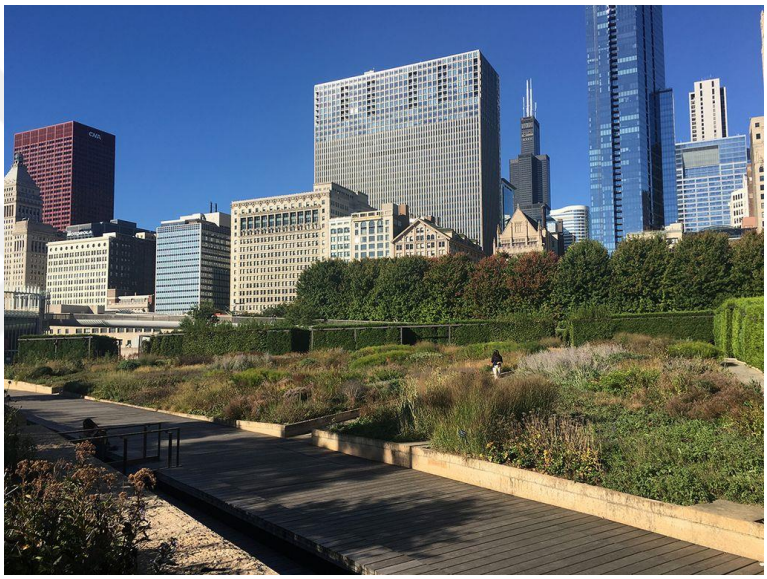
Çizelge 2.10. Millennium Park – Lurie Garden Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (Gustafson Guthrie Nichol, 2005; Oudolf, 2010; City of Chicago, 2020).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Paslanmaz çelik panel	Bahçeyi çevreleyen geri dönüştürülmüş çelikten şeffaf sınırlama elemanı
Geri dönüştürülmüş beton	Yaya yollarında kullanılan geçirgen yüzey plakaları
Çakıl dolgu yüzey	Geçirgenlik ve doğal görünüm sağlayan düşük bakım yüzey
FSC sertifikalı ahşap	Yürüyüş platformları ve teraslarda yerel, sürdürülebilir kaynaklı çam
Drenaj sistemleri ve sensörler	Zemin altına entegre su yönetimi elemanları

Lurie Garden, hem biçimsel hem de yapısal olarak sürdürülebilirliği merkeze alan peyzaj tasarımıyla dikkat çekmektedir. Kullanılan malzemelerin çoğu geri dönüştürülmüş ya da

doğal geçirgenlik özelliklerine sahiptir. Ayrıca, seçilen yapı elemanları yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil; aynı zamanda estetik uyum ve kullanıcı konforu açısından da başarılıdır.

Bahçede uygulanan malzeme–bitki–iklim üçgeni, peyzaj mimarlığında sürdürülebilir tasarımın çok katmanlı uygulamasına örnek oluşturmaktadır (Şekil 2.35) (Lurie Garden, 2020; Gustafson ve ark., 2005; Landscape Architecture Foundation, 2015).



Şekil 2.35. Lurie Garden çok katmanlı tasarım (Url-30)

2.9. Türkiye Örnekleri

Porsuk Çayı Kıyı Düzenlemesi (Eskişehir)

Porsuk Çayı Kıyı Düzenlemesi Projesi, Eskişehir'in kent içi su aksı boyunca gerçekleştirilmiş en kapsamlı kentsel peyzaj dönüşüm uygulamalarından biridir. 1999 yılında başlatılan ve büyük ölçüde 2004 yılında tamamlanan bu proje, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi ve Yılmaz Büyükerşen'in liderliğinde hayata geçirilmiştir.

Projenin temel amacı, sanayi geçmişiyle şekillenmiş bir su kenarı alanını yeniden kamusallaştırmak, çevresel kalitesini artırmak ve Eskişehir kent merkezini hem ekolojik hem de sosyal açıdan canlandırmaktır (Şekil 2.36) (Demirtaş-Milz, 2011).



Şekil 2.36. Porsuk Çayı (Url-31)

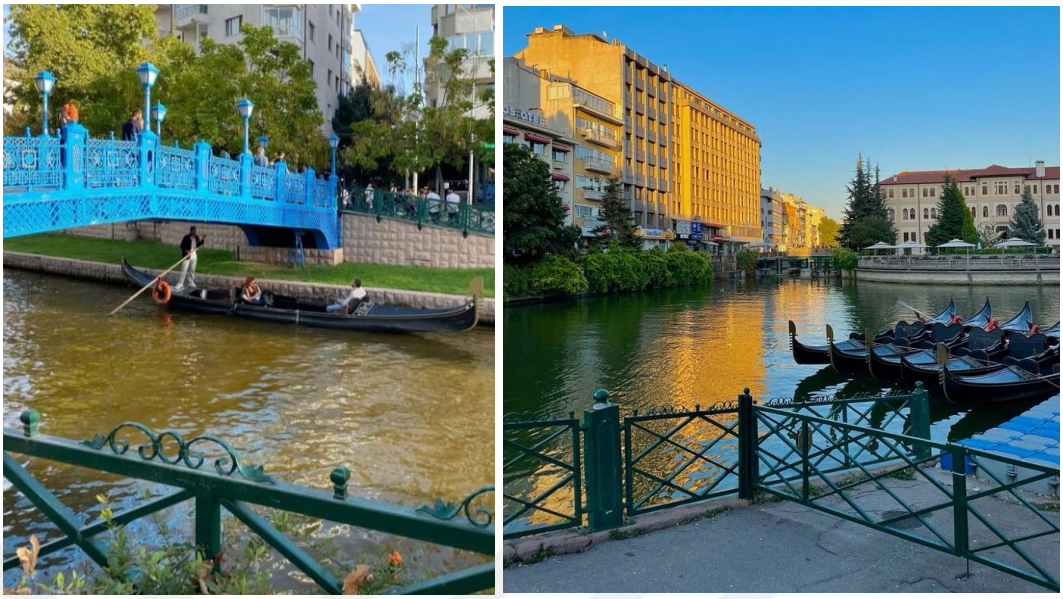
Porsuk Çayı, uzun yıllar boyunca endüstriyel atıklarla kirlenmiş ve kamusal erişimden uzak bir kanal olarak işlev görmüştür. Yapılan düzenlemeyle birlikte hem kıyı şeridi boyunca kesintisiz bir kamusal alan kurgusu sağlanmış hem de geçirgen zemin kullanımı, yerel malzeme seçimi ve geri dönüşümlü yapısal çözümlerle sürdürülebilir peyzaj ilkeleri hayata geçirilmiştir (Çizelge 2.11). Proje, suya erişimi kolaylaştırmakla kalmamış, aynı zamanda Eskişehir'in tarihiyle bütünleşen bir peyzaj kimliği inşa ederek, Türkiye'de benzer dönüşüm projelerine öncülük etmiştir (Tuna & Yılmaz, 2015).

Çizelge 2.11. Porsuk Çayı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikleri (Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, 2012; Bilsel & Can, 2014; Kenthaber, 2021).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Ahşap travers	Eski demiryolu hattından çıkarılmış; yürüyüş yolu ve iskele kaplamasında yeniden kullanılmıştır.
Geçirgen kilit taş	Doğal drenajı destekleyen, su geçişine olanak tanıyan zemin kaplaması; taşkın kontrolüne katkı sağlar.
Doğal taş tahkimat	Kıyı çizgisini sabitlemek ve erozyonu önlemek amacıyla kullanılan yerel taş dolgular.
Yerel taş kaplama	Rıhtım ve meydan yüzeylerinde kullanılan düşük bakım gerektiren, estetik ve dayanıklı doğal kaplama malzemesi.
Çelik oturma elemanları	Geri dönüştürülebilir, modüler ve uzun ömürlü kamusal donatılar; kullanıcı konforunu artıran yapısal çözüm.

Projenin en dikkat çekici sürdürülebilirlik stratejilerinden biri, kent içindeki eski demiryolu hattından çıkarılan ahşap traverslerin yaya yollarında ve iskelelerde yeniden kullanılmasıdır. Bu tercih, malzeme israfını önlemenin yanı sıra, kent belleğini güçlendirmiş ve karbon ayak izini azaltmıştır (Sarıçam & Coşkun Hepcan, 2015).

Porsuk Çayı çevresindeki yaya köprüleri ve çit sistemleri ise projede modüler çelik yapıların ve doğal taş kaplamaların birlikte kullanıldığını göstermektedir. Kentsel kamusal alanlarda estetik sürekliliği sağlarken dayanıklı ve sürdürülebilir malzemelerle yapı bütünlüğü korunmuştur. Gondol ulaşımı ve su kenarı peyzaj elemanlarıyla birlikte bu alan, sosyal sürdürülebilirlik ve estetik kalite açısından da öne çıkan bir örnek oluşturmaktadır (Şekil 2.37).



Şekil 2.37. Porsuk Çayı gondol su ulaşımı ve modüler çelik yapılar (Url-32, Url-33)

Yüzey kaplamalarında kullanılan geçirgen kilit taş sistemleri, hem su geçirgenliği sağlayarak taşkın kontrolünü desteklemiş hem de doğal drenaj mekanizmalarını bozmadan yapısal düzen kurmuştur.

Kıyı çizgisinde uygulanan doğal taş tahkimat sistemleri, hem yerel taş kaynaklarından elde edilerek karbon emisyonlarını azaltmış hem de biyolojik çeşitliliği destekleyen bir kıyı sınırı oluşturmuştur. Meydanlar ve yaya odaklı alt kentsel bağlantılar gibi alanlarda düşük bakım gerektiren yerel taş kaplama kullanılmış, uzun ömürlü ve iklim dayanımlı yüzey çözümleri tercih edilmiştir. Ayrıca, park mobilyaları ve kamusal donatı elemanlarında tercih edilen çelik konstrüksiyon malzemeler, sökülebilir ve geri dönüştürülebilir yapıları sayesinde sürdürülebilirliği pekiştirmiştir.

Yoğurtçu Parkı Ekolojik İyileştirme Projesi (2021, Kadıköy, İstanbul)

Yoğurtçu Parkı, İstanbul'un Kadıköy ilçesinde yer alan ve yıllar içinde hem doğal yapısını hem de altyapı özelliklerini büyük ölçüde kaybetmiş bir kent parkıdır. Bu nedenle Kadıköy Belediyesi tarafından 2021 yılında başlatılan Ekolojik İyileştirme Projesi, parkın kentsel bağlamda yeniden tanımlanmasını ve çevreyle daha güçlü bir etkileşim kurmasını hedeflemiştir. Proje, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin "Ekolojik Parklar" stratejisi kapsamında da desteklenmiş ve 2023 yılı içinde etap etap tamamlanmıştır (Şekil 2.38) (İBB, 2023).



Şekil 2.38. Yoğurtçu Parkı plan görüntüsü (Url-34)

Tasarım sürecinde öncelikli amaç, parkın yüzey akışları, biyolojik geçirgenliği, yapısal öğeleri ve kullanıcı dolaşımı gibi bileşenlerini doğa tabanlı çözümlerle yeniden düzenlemek olmuştur. Özellikle geçirgen yüzeylerin artırılması, geri dönüştürülmüş yapı elemanlarının kullanılması ve kullanıcı konforunun malzeme tercihleriyle desteklenmesi bu dönüşümün temelini oluşturmuştur. Proje, parkın hem altyapısal hem de estetik işlevlerini geliştirerek sürdürülebilir kamusal alan niteliklerini güçlendirmiştir (Kadıköy Belediyesi, 2022).

Proje kapsamında en dikkat çekici uygulamalardan biri, mevcutta sökülerek geri kazanılan parke taşlarının yeniden döşenmesidir. Bu yaklaşım, malzeme döngüselliği açısından güçlü bir örnek oluşturmuş hem kaynak tüketimi azaltılmış hem de alandaki kullanım sürekliliği sağlanmıştır. Yoğurtçu Parkı'nda yürüyüş yollarında kullanılan doğal küptaş zemin kaplamaları hem estetik hem de işlevsel bir çözüm sunmuştur (Şekil 2.39). Bu malzeme tercihi sayesinde yağmur suyu yüzeyde birikmeden zemine süzülmekte; böylece suyun toprakla buluşması kolaylaşmakta ve doğal filtrasyon süreçleri desteklenmektedir (İBB, 2023). Aynı zamanda geçirgenlik özelliği sayesinde yüzey akışını azaltarak yerinde su yönetimini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 2.39. Yoğurtçu Parkı küptaş kaplı yol (Url-35)

Oturma terasları, oturma birimleri ve gölgeli dinlenme alanlarında FSC sertifikalı ahşap malzeme tercih edilmiş, bu da hem estetik açıdan doğal bir görünüm hem de yerli ve sürdürülebilir kaynak kullanımı sağlamıştır (Şekil 2.40). Küçük yaya geçişlerinde kullanılan çelik taşıyıcılı modüler platformlar hem geri dönüştürülebilirlik hem de bakım kolaylığı yönünden uzun ömürlü çözümler sunmuştur. Özellikle gölet kenarındaki çakıl dolgulu geçiş zonları, geçirgenlik sağlarken aynı zamanda bitki gelişimine imkân tanımış, böylece yapısal malzeme ile ekolojik sistemler arasında doğrudan ilişki kurulmuştur (Çizelge 2.8).



Şekil 2.40. Yoğurtçu Parkı ahşap zemin (Url-35)

Çizelge 2.12. Yoğurtçu Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikler (Kadıköy Belediyesi, 2020).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Geri dönüştürülmüş parke taş	Sök-tak özelliğiyle mevcut alandan alınarak yürüyüş yollarında yeniden kullanıldı.
Su geçirgen yüzey kaplaması	Beton yerine geçirgen karo ve doğal taşla kaplanan yüzey; yüzey suyu yönetimini desteklemektedir.
Yerli ahşap oturma terasları	FSC sertifikalı çamdan üretilmiş; modüler formda, uzun ömürlü ve düşük bakım gerektiren malzeme.
Çelik taşıyıcılı platformlar	Yaya geçişlerinde kullanılan modüler çelik yapı; geri dönüştürülebilir ve yüksek dayanımlı.
Geçirgen çakıl dolgulu yol	Gölet kenarı geçiş zonlarında kullanılan, su ve bitki geçirimliliği sağlayan doğal malzeme.

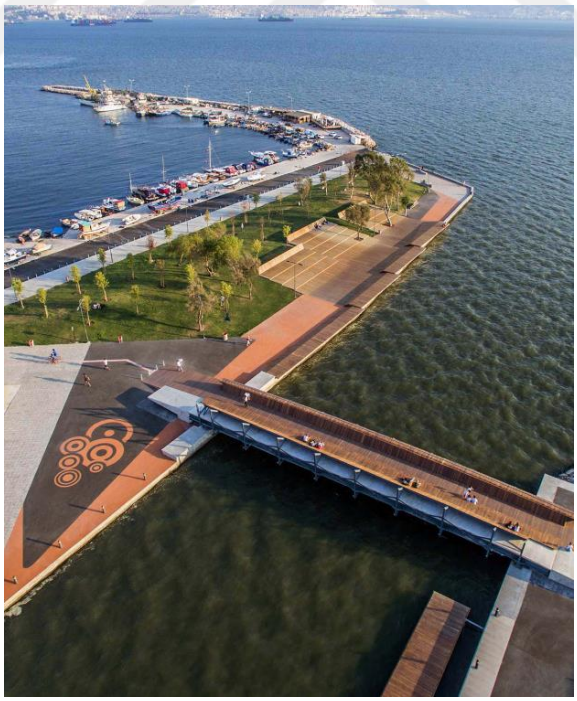
Yoğurtçu Parkı Ekolojik İyileştirme Projesi, sürdürülebilir malzeme stratejilerinin kent parkı ölçeğinde nasıl uygulanabileceğine dair başarılı bir örnektir. Özellikle mevcut malzemenin sahada yeniden değerlendirilmesi, döngüsel ekonomi açısından güçlü bir pratik oluşturmuştur (Kadıköy Belediyesi, 2022). Su geçirgen yüzeylerin artırılması, sadece çevresel sürdürülebilirliğe değil, aynı zamanda altyapı üzerindeki yükü azaltarak ekonomik sürdürülebilirliğe de katkı sağlamıştır.

Ahşap ve çelik gibi uzun ömürlü, yerli veya geri dönüştürülebilir yapı elemanlarının kullanımı, kullanıcı konforunu, estetik değeri ve dayanıklılığı bir araya getiren bir

malzeme stratejisi sunmuştur. Bitkisel gelişime izin veren yüzey tasarımları ise ekolojik işlevselliği artırmış ve parkın doğal sistemlerle bütünleşmesini sağlamıştır (İBB, 2023). Bu yönleriyle Yoğurtçu Parkı, kent içinde sürdürülebilir yapısal malzeme uygulamalarına dair örnek alınabilecek güncel bir kamusal peyzaj projesidir.

Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü (2016, İzmir)

Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü, İzmir Karşıyaka kıyısında, 2016 yılında İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin "İzmir Deniz" kıyı tasarımı vizyonu kapsamında Evren Başbuğ Architects tarafından tasarlanmış ve aynı yıl içerisinde uygulamaya geçirilmiş özgün bir peyzaj mimarlığı projesidir. Proje, kentin kıyı şeridini hem görsel hem işlevsel olarak kamusallaştırmayı ve sahil boyunca kesintisiz yaya erişimini mümkün kılmayı hedeflemiştir. Tasarım, aynı zamanda kentlinin denizle doğrudan temas kurabileceği bir mekânsal düzen sunarak kamusal alanın niteliksel dönüşümünü amaçlamaktadır (Şekil 2.41) (Başbuğ, 2016).

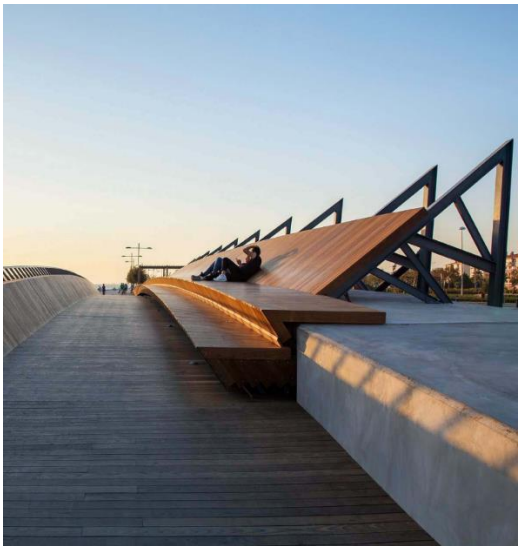


Şekil 2.41. Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü (Url-36)

Bu proje, İzmir'deki kentsel kıyı tasarımı anlayışının geleneksel kaldırım-bank mantığının ötesine geçerek, yapısal malzeme üzerinden sürdürülebilirlik, estetik ve kullanıcı deneyimini bütünleştiren bir yaklaşımı temsil etmektedir. Yapının yalın ama çok işlevli formu ve açık sistemli yapısal kurgusu, sahil peyzajına doğal bir süreklilik kazandırmış; kullanılan malzemeler ise iklim, kullanıcı yoğunluğu ve çevresel uyum dikkate alınarak seçilmiştir. Bu yönüyle Bostanlı projesi, kent içi kıyı peyzajında sürdürülebilir yapısal malzeme kullanımına dair örnek niteliğindedir (Özdemir & Er, 2018).

Bostanlı Günbatımı Terası'nda kullanılan yapısal malzeme seçimleri, dayanıklılık, çevreye uyum ve sürdürülebilir üretim ilkeleri doğrultusunda belirlenmiştir. Projenin ana taşıyıcı elemanları, geri dönüştürülmüş çelik karkas sistemlerinden oluşmakta olup, hem yapının rijitliğini sağlamış hem de karbon ayak izini azaltan bir yapı malzemesi tercihi olarak öne çıkmıştır (Başbuğ, 2016). Bu sistem hem kolay montajlanabilir olması hem de gerektiğinde sökülüp yeniden kullanılabilirliği ile döngüsel tasarıma olanak tanımaktadır.

Yaya yüzeylerinde ise FSC sertifikalı ısıl işlem görmüş yerli çam kullanılmıştır. Bu ahşap, kimyasal işlem gerektirmeden doğal yollarla uzun ömürlü hâle getirilmiş olup, deniz kenarındaki zorlu iklim koşullarına dayanıklıdır (Şekil 2.42).



Şekil 2.42. Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü, çelik karkas üzeri ahşap platformlar (Url-36)

Aynı zamanda kullanıcı konforunu artıran doğal doku ve ısı kontrolü açısından da tercih edilmiştir (Özdemir & Er, 2018). Yapının çevresinde ise çakıl dolgulu geçirgen yüzeyler ve doğal taş kaplamalar tercih edilmiştir; bu yüzeyler hem su geçirgenliği sağlamış hem de ısı yansıtma kapasitesiyle çevresel dengeyi desteklemiştir.

Bu yapısal sistem, kıyı şeridinde geçici olmadan esnek çözümler sunabilen, doğal çevreye entegre bir kamusal alan sunmuş ve malzeme seçimleriyle kullanıcı deneyimi, bakım maliyeti ve çevresel etki arasında sürdürülebilir bir denge kurmuştur (Çizelge 2.13).

Çizelge 2.13. Bostanlı günbatımı terası ve yaya köprüsü'nde kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikler (Evren Başbuğ Architects, 2016; İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2017; Arkitera, 2017).

Malzeme Türü	**Açıklama**
FSC sertifikalı ahşap	Isıl işlem görmüş yerli çam; teras ve köprü zemininde doğal ve dayanıklı yüzey sağlar.
Geri dönüştürülmüş çelik	Yaya köprüsünün taşıyıcı sisteminde; modüler montaj ve geri dönüşüm avantajı sunar.
Doğal taş kaplama	Geçirgen zeminlerde kullanılan, ısı yansıtıcı ve estetik yüzey malzemesi.
Çakıl dolgu yüzey	Su geçişine izin veren, düşük bakım gerektiren ve doğal görünümlü yürüyüş alanı yüzeyi.
Modüler bağlantı elemanları	Yapının sökülebilirliğini ve yeniden kullanımını mümkün kılan bağlantı sistemleri.

Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü, malzeme ölçeğinde sürdürülebilirliğin mekânsal kaliteyle buluşturulduğu nadir kentsel peyzaj projelerinden biridir. Proje, gerek taşıyıcı sistemde kullanılan geri dönüştürülmüş çelikle, gerekse FSC belgeli yerli ahşap ile, malzeme kaynaklı karbon ayak izini düşürme hedefini doğrudan karşılamaktadır (Başbuğ, 2016). Aynı zamanda geçirgen yüzeylerin kullanımı, sahil boyunca su yönetimini desteklemiş ve ekolojik bütünlüğü bozmadan kıyı kullanımı sağlamıştır.

Yapının açık sistemli tasarımı ve modüler elemanlarla inşa edilmiş olması, sökülebilirlik, onarılabilirlik ve yeniden kullanılabilirlik gibi sürdürülebilirlik ilkelerini desteklemektedir. Ayrıca projenin estetik ve deneyimsel yönüyle kent halkının günlük yaşamına dokunması, sosyal sürdürülebilirlik açısından da değer taşımaktadır. Bu

yönleriyle proje, kentsel kıyı peyzajında sürdürülebilir yapısal malzeme kullanımı açısından örnek niteliğindedir.

Atatürk Kent Ormanı (2020, Sarıyer – İstanbul)

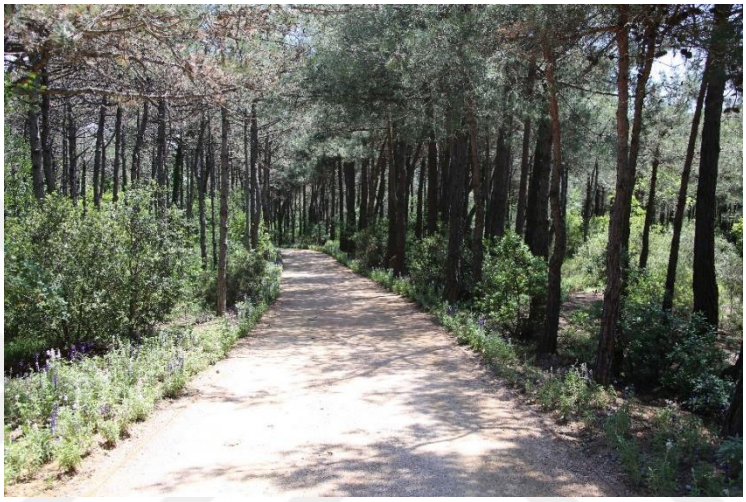
Atatürk Kent Ormanı, İstanbul'un Sarıyer ilçesi sınırlarında, Hacıosman Korusu olarak bilinen doğal topografya üzerine inşa edilmiş; ekolojik, sosyal ve yapısal sürdürülebilirliği ön planda tutan örnek bir kent ormanı projesidir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2019 yılında başlatılan ve 2020 yılında halka açılan proje, 1 milyon metrekarelik alanı kapsayarak İstanbul'un en büyük kamusal yeşil alanlarından biri olmuştur (İBB, 2020).

Proje, mevcut doğal bitki örtüsünü ve topografik yapıyı koruma hedefiyle geliştirilmiş ve "doğa ile uyumlu insan kullanımına olanak tanıyan" bir kamusal alan kurgusu benimsemiştir. Yürüyüş yolları, bisiklet parkurları, seyir terasları, gölet çevresi rekreasyon alanları ve çocuk oyun alanları gibi çok işlevli mekânlar, doğayla bütünleşik biçimde yerleştirilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde kullanıcı dolaşımı, altyapı müdahalesi olmaksızın yönlendirilmiş; su yönetimi, doğal filtrasyon sistemleriyle desteklenmiştir (Şekil 2.43) (İBB, 2020).



Şekil 2.43. Atatürk Kent Ormanı (Url-37)

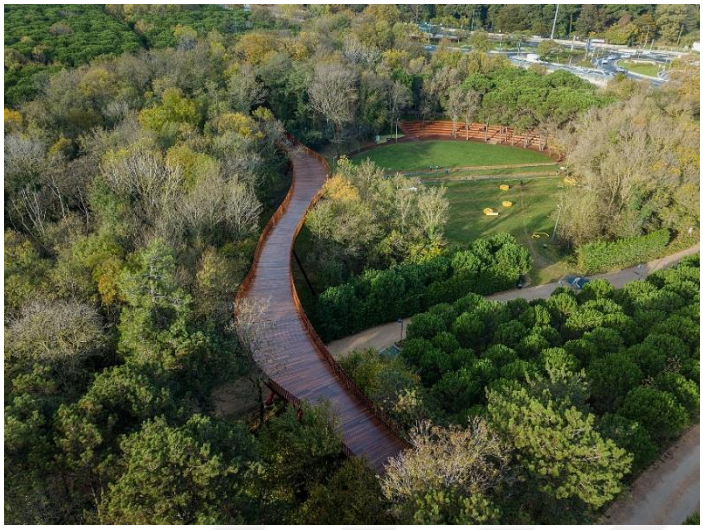
Atatürk Kent Ormanı'nda kullanılan yapısal malzemeler, sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda seçilmiş ve uygulamaya geçirilmiştir. Parkın yaya yollarında geçirgen beton parke kullanılarak yağmur suyunun zemine sızması sağlanmış, böylece yüzey akışı ve altyapı yükü azaltılmıştır (Şekil 2.44). Bisiklet yolları ve servis alanlarında geri dönüştürülmüş asfalt malzeme kullanılmış; bu tercih hem karbon ayak izini düşürmüş hem de malzeme döngüselliğini güçlendirmiştir (Çizelge 2.14).



Şekil 2.44. Atatürk Kent Ormanı yaya yolu (Url-38)

Yapısal sistemlerde ise çelik taşıyıcılar, özellikle asma yollar ve seyir teraslarında kullanılarak hem dayanıklılık hem de sökülebilirlik özellikleri nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca doğal taş bordürler ile hem erozyon kontrolü sağlanmış hem de doğayla uyumlu bir kenar tanımı oluşturulmuştur. Tüm bu uygulamalar, yalnızca teknik işlevleri değil; aynı zamanda doğayla bütünleşik estetik dili ve kullanıcı konforunu da ön planda tutan bir tasarım yaklaşımının çıktısıdır.

Ahşap yürüyüş platformları ve oturma birimlerinde ise FSC (Forest Stewardship Council) sertifikalı yerli ahşaplar tercih edilmiş, UV koruyuculu doğal yağlarla kaplanarak ömürleri uzatılmıştır (Şekil 2.45) (İBB, 2020).



Şekil 2.45. Atatürk Kent Ormanı ahşap yürüyüş platformu (Url-39)

Çizelge 2.14. Atatürk Kent Ormanı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikler (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2020 ; Yeşil İstanbul, 2021).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Geçirgen beton parke	Yaya yollarında kullanılan ve yağmur suyunun zemine sızmasına olanak tanıyan, su yönetimini destekleyen geçirgen beton temelli yüzey kaplamasıdır.
Geri dönüştürülmüş asfalt	Park giriş yolları ve bisiklet rotalarında kullanılan, daha önce kazınmış asfalt malzemenin yeniden işlenmesiyle elde edilen sürdürülebilir kaplama çözümüdür.
FSC sertifikalı ahşap	Göl kenarı yürüyüş platformları ve oturma alanlarında kullanılan, sürdürülebilir ormanlardan elde edilmiş, çevreye duyarlı ahşap malzemedir.
Çelik taşıyıcı sistemler	Asma yürüyüş yolları, seyir terasları ve bazı yaya köprülerinde kullanılan geri dönüştürülebilir ve dayanıklı çelik taşıyıcı sistemlerdir.
Doğal taş bordür	Peyzaj alanlarını sınırlayan ve erozyon kontrolü sağlayan yerel doğal taşlardan üretilmiş bordür elemanlarıdır.

Atatürk Kent Ormanı, sürdürülebilir yapısal malzeme kullanımının kent ölçeğindeki uygulanabilirliğini gösteren, doğa tabanlı çözümleri, malzeme döngüselliğini ve sosyal erişilebilirliği bir araya getiren örnek bir projedir. Bu proje, Türkiye'de kent ormanlarının yalnızca ekolojik değil, yapısal açıdan da sürdürülebilir yaklaşımlarla geliştirilebileceğini gösteren çağdaş bir peyzaj mimarlığı pratiğidir (İBB, 2021).

Seka Parkı Dönüşüm Projesi (2010, Kocaeli)

Seka Park, Kocaeli-İzmit'te yer alan ve Türkiye'nin ilk büyük ölçekli endüstri dönüşüm parklarından biri olarak öne çıkan bir projedir. 1936 yılında faaliyete geçen SEKA Kâğıt Fabrikası'nın 2005 yılında kapatılmasının ardından, yaklaşık 580.000 m²'lik fabrika alanı Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından kamusal yeşil alan olarak dönüştürülmüş ve proje 2006–2010 yılları arasında tamamlanmıştır (Şekil 2.46) (Uzun, 2014).



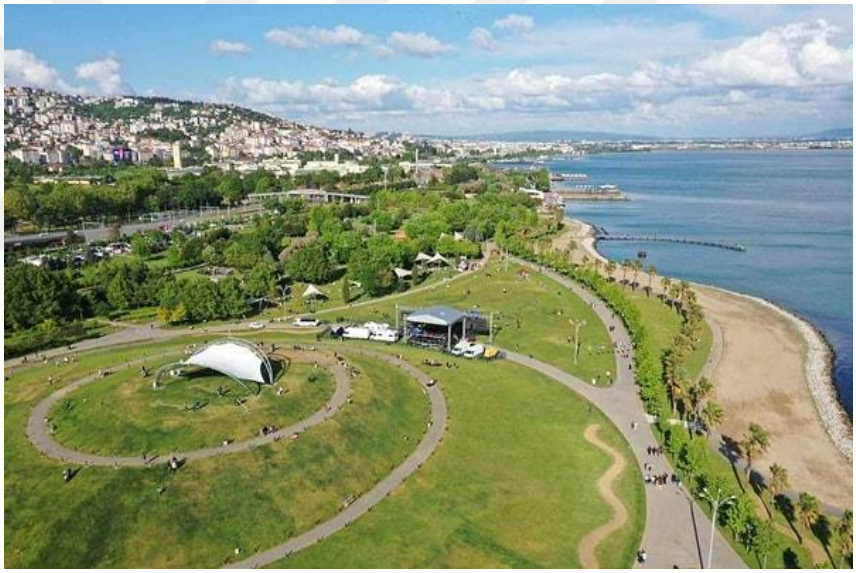
Şekil 2.46. Seka Park (Url-40)

Seka Park Projesi, Türkiye'de sanayi sonrası alanların dönüştürülmesine yönelik ilk planlı ve kamusal ölçekli girişimlerden biri olması açısından önemlidir.

Proje, yalnızca fiziksel bir mekân dönüşümü değil; aynı zamanda doğayla bütünleşen, geri dönüşümlü malzeme kullanımını teşvik eden ve kültürel mirası yaşatan bir sürdürülebilirlik yaklaşımını temsil etmektedir (Uzun, 2014). Eski endüstri alanlarının doğal peyzaja entegre edilerek yeniden işlevlendirilmesi, parkı yalnızca bir dinlenme alanı değil, aynı zamanda bir hafıza mekânı hâline getirmiştir (Şekil 2.47).

Seka Park'ta kullanılan yapısal malzemeler, alanın endüstriyel geçmişine gönderme yapan ve yerinde dönüşüm anlayışıyla şekillendirilmiştir. Fabrika sahasında yer alan beton döşeme plakaları, yürüyüş yollarına yeniden yerleştirilmiş; böylece hem malzeme israfı önlenmiş hem de yeni üretim kaynaklı karbon salımı azaltılmıştır (Uzun, 2014).

Ayrıca, üretim süreçlerinden kalan çelik borular, oturma elemanlarına ve kamusal sanat objelerine dönüştürülerek hem sembolik hem de işlevsel değer kazanmıştır. Yaya köprüleri ve gölgeliklerde kullanılan geri dönüştürülmüş çelik strüktürler, modüler sistemlerle birleştirilmiş ve sökülebilirlik özelliğiyle bakım kolaylığı sağlamıştır (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2012).



Şekil 2.47. Seka Park'ı geri dönüştürülmüş malzeme kullanımıyla şekillenen görünümü (Url-40)

Parkta tercih edilen doğal taş zemin kaplamaları ise geçirgenlik sağlayarak yüzey suyu yönetimini iyileştirmiş, yüzey sıcaklığını düşürerek kentsel ısı adası etkisini azaltmaya katkı sunmuştur. Tüm bu yapısal uygulamalar hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliği bütüncül bir yaklaşımla desteklemiştir (Çizelge 2.15) (Uzun, 2014).

Çizelge 2.15. Seka Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türleri ve işlevsel özellikler (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2022; Erdem, 2009; Özgür Kocaeli, 2022).

Malzeme Türü	**Açıklama**
Beton döşeme plakaları (eski)	Fabrika içinden sökülen beton paneller; yürüyüş yollarında yeniden döşenmiştir.
Endüstriyel çelik borular	Üretim sürecinden kalan çelik borular; oturma elemanları ve sanat objesi olarak yeniden işlevlendirilmiştir.
Geri dönüştürülmüş çelik	Yaya köprüleri ve gölgeliklerde kullanılmış; dayanıklı, sökülebilir ve düşük karbon ayak izine sahip.
Doğal taş zemin kaplaması	Geçirgen taşlarla oluşturulan zeminler, su yönetimini destekleyerek sürdürülebilir peyzaja katkı sunmuştur.
Modüler montaj sistemleri	Sök-tak özellikli, yeniden konumlandırılabilir yapısal elemanlar; esneklik ve bakım kolaylığı sağlar.

Seka Parkı, endüstriyel mirasın dönüştürülerek sürdürülebilir bir kentsel park haline getirilmesinde malzeme odaklı stratejilerin etkin şekilde kullanıldığı örnek bir projedir. Geri dönüştürülmüş çelik ve beton elemanların yerinde yeniden kullanılması hem ekonomik kaynak kullanımını optimize etmiş hem de karbon ayak izinin düşürülmesine doğrudan katkı sağlamıştır (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2012).

Ayrıca, doğal taş yüzey kaplamaları sayesinde çevresel sürdürülebilirlik güçlendirilmiş, altyapıya müdahale gerektirmeyen sistemlerle drenaj performansı artırılmıştır (Uzun, 2014). Proje, sembolik olarak SEKA'nın sanayi tarihindeki yerini korurken, peyzaj mimarlığı ölçeğinde kültürel, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik ilkelerini bir araya getiren bütüncül bir tasarım yaklaşımı sunmuştur (Uzun, 2014; Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2012).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında araştırma materyali olarak, İzmir ili sınırlarında yer alan ve farklı kentsel bağlamlarda konumlanan beş kent parkı seçilmiştir: Kültürpark, Aşık Veysel Rekreasyon Alanı, Halk Park, Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı ve Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı. Bu parklar, kullanım yoğunluğu, yapısal malzeme çeşitliliği, kullanıcı profili ve tasarım dönemleri açısından farklılık göstermeleri nedeniyle, sürdürülebilirlik değerlendirmesi açısından karşılaştırmalı analiz yapmaya uygun örnekler olarak belirlenmiştir.

Saha materyali kapsamında, her parkta kullanılan yapısal zemin malzemeleri analiz için seçilmiştir. Bu malzemeler arasında granit küptaş, beton, kilit taş parke, kayrak taşı, taban tuğla, ahşap, mıcır, sentetik reçineli yüzeyler, traverten, bazalt küptaş ve Bergama granit plaktaş gibi farklı yapısal türler yer almaktadır. Her bir malzeme, kullanım bağlamı ve fiziksel özelliklerine göre ayrı ayrı ele alınmış, benzer malzemelerin farklı park bağlamlarındaki performansı göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmıştır.

Araştırma sürecinde öncelikle yerinde gözlemler gerçekleştirilmiş, sahadaki malzeme türleri, kullanım alanları ve çevresel koşullarla ilişkisi belgelenmiştir. Bununla birlikte, sürdürülebilir yapısal malzemelere ilişkin kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş; bu tarama sonucunda elde edilen teknik, çevresel ve sosyal kriterler doğrultusunda malzeme analiz çerçevesi oluşturulmuştur (Kibert, 2016; Bribián, Capilla & Usón, 2011; Çüçen & Solak, 2023). Elde edilen saha verileri ve literatür temelli kriterler bir araya getirilerek değerlendirme aşamasına geçilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında, kent parklarında kullanılan yapısal malzemelerin sürdürülebilirlik bağlamında nesnel ve çok boyutlu biçimde değerlendirilmesini sağlamak amacıyla, 5'li Likert ölçeğine dayanan çok kriterli bir değerlendirme yöntemi benimsenmiştir. Bu yöntem, yapı ve peyzaj mimarlığında sıklıkla kullanılan rubrik sistemini esas alarak, nitel gözlemleri sayısallaştırılmış biçimde analiz etmeye olanak tanımaktadır (DeBoer &

Bareis, 2000). Böylece, malzeme performansları yalnızca teknik veriler üzerinden değil; aynı zamanda çevresel etkiler, sosyal katkılar ve kullanım bağlamları üzerinden de karşılaştırılabilir hâle getirilmiştir.

Geliştirilen değerlendirme sistemi, sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda beş ana başlık altında toplanmış toplam 34 alt kriter içermektedir:

1. Mekanik ve Fiziksel Özellikler
2. Çevresel Sürdürülebilirlik
3. Su Yönetimi ve Dirençlilik
4. Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar
5. Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik

Her bir malzeme, bu 34 kriterin tamamı üzerinden 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) arasında derecelendirilmiştir. Değerlendirme süreci, araştırmacı tarafından yürütülmüş olup; saha gözlemleri, literatür taraması ve teknik veriler temel alınarak yapılan puanlamalar, Microsoft Excel ortamında sistematik biçimde gerçekleştirilmiştir. Tablolar aracılığıyla her malzeme için başlık temelli ortalamalar ve genel sürdürülebilirlik puanları hesaplanmış; böylece hibrit yaklaşım hem nesnel hem de bağlamsal değerlendirmenin bir arada kullanılmasına olanak tanımıştır. Bu değerlendirmelerde kullanılan 5'li Likert puanlama sistemine ait genel tanımlar Çizelge 3.1.'de, başlık temelli açıklamalı rubrik sistemleri ise Çizelge 3.2. ile Çizelge 3.6. arasında sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Sürdürülebilirlik değerlendirmesinde kullanılan 5'li likert puanlama sistemi tanımları

Puan	**Tanım**	**Açıklama**
1	Çok Düşük	Kriter açısından minimum düzeyde uygunluk gösterir. Sürdürülebilirlik ilkesiyle ciddi düzeyde çelişir. Kullanımda ciddi sorunlara yol açabilir.
2	Düşük	Kısmen uyum sağlar; ancak sürdürülebilirlik açısından zayıf bir performans gösterir. İyileştirme gereklidir.
3	Orta	Temel düzeyde uyumludur. Kriteri karşılamaktadır ancak daha sürdürülebilir alternatiflerle geliştirilebilir.
4	Yüksek	Kriter açısından güçlü bir uyum gösterir. Sürdürülebilirliğe katkı sunan olumlu özelliklere sahiptir.
5	Çok Yüksek	İdeal düzeyde performans gösterir. Kriteri tam olarak karşılar ve sürdürülebilirlik hedeflerine üst düzeyde katkı sunar.

Çizelge 3.2. Mekanik ve fiziksel özelliklere ait değerlendirme rubriği (DeBoer & Bareis, 2000; Tufan & Özel, 2012'den derlenmiştir)

Alt Kriter	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Basınç Dayanımı (MPa)	<10	10–20	20–40	40–60	>60
Yoğunluk (kg/m³)	<1000	1000–1600	1600–2200	2200–2700	>2700
Isı İletim Katsayısı (W/m·K)	>2,0	1,0–2,0	0,5–1,0	0,2–0,5	<0,2
Ses Yalıtımı (dB)	<20	20–30	30–40	40–50	>50
Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	<0.2	0.2–0.35	0.35–0.5	0.5–0.7	>0.7
Bakım & Onarım	Sürekli bakım	Sık bakım	Orta seviye	Az bakım	Bakımsız/uzun ömürlü

Çizelge 3.3. Çevresel sürdürülebilirlik kriterlerine ait değerlendirme rubriği (DeBoer & Bareis, 2000; Tufan & Özel, 2012'den derlenmiştir)

Alt Kriter	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Kaynak Türü	Fosil/sentetik	Doğal olmayan	Karışık	Yenilenebilir	Tamamen doğal
Üretim Enerjisi (MJ/m³)	>5000	3000–5000	1500–3000	500–1500	<500
Karbon Ayak İzi ($kgCO_2e/m^3$)	>100	70–100	30–70	10–30	<10
Geri Dönüştürülebilirlik	Mümkün değil	Zor	Koşullu	Kolay	%100 döngüsel
Biyobozunma Potansiyeli	Yok	Çok düşük	Sınırlı	Doğal ortamda çözünür	Tam biyobozunur
Yerel Temin Edilebilirlik	İthal	Yarı yerli	Bölgesel	Yerli	Tam yerel
Sağlık & Çevre Etkisi	Toksik	Zararlı	Nötr	Zararsız	İyileştirici
Maliyet (TL/m²)	>1000	750–1000	500–750	250–500	<250
Doğal Hammadde Oranı (%)	<10%	10–30%	30–60%	60–90%	>90%

Çizelge 3.4. Su yönetimi ve dirençlilik kriterlerine ait değerlendirme rubriği

Alt Kriter	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Geçirgenlik	Geçirimsiz	Düşük	Yarı geçirgen	Geçirgen	Tam geçirgen
Drenaj Kapasitesi	Yetersiz	Zayıf	Orta	Uygun	Çok iyi
Donma-Çözülme Direnci	<50 çevrim	50–100	100–200	200–300	>300
Tuz Direnci	Bozulur	Hassas	Orta	Dayanıklı	Tuzlu ortama uygun
Asidik Yağmur	Anında bozulur	Korozyona açık	Kısa süreli direnç	Dayanıklı	Uzun ömürlü
Erozyon Direnci	Aşınır	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok yüksek
Yangın Direnci	Yanıcı	Kolay alev alır	Gecikmeli	Alev almaz	Yanmaz
Rüzgar Direnci	Yerinden oynar	Kırılgan	Orta	Sağlam	Çok sağlam
Kimyasal Dayanım	Duyarlı	Bozulur	Orta	Dirençli	İnert

Çizelge 3.5. Peyzaj uygunluğu ve ekolojik katkılara ait değerlendirme rubriği

Alt Kriter	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Ekosistemle Uyum	Zarar verir	Uyumsuz	Nötr	Uyumlu	Ekosistemi destekler
Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Engeller	Sınırlar	Etkisiz	Destekler	Teşvik eder
Hava Kalitesine Etki	Kirletici	Olumsuz	Etkisiz	İyileştirici	Temizleyici
Toprakla Etkileşim	İzole eder	Bozar	Sınırlı	Geçirgen	Biyolojik döngülü

Çizelge 3.6. Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik kriterlerine ait değerlendirme rubriği

Alt Kriter	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Yerel Kimlikle Uyum	Uyumsuz	Yabancı	Kısmen uyumlu	Yöresel	Tam uyumlu
Toplum Ruhuna Etkisi	Aidiyet yok	Zayıf etkileşim	Nötr	Destekleyici	Güçlendirici
Kullanıcı Konforu	Rahatsız edici	Konforsuz	Orta	Rahat	Ergonomik
Erişilebilirlik	Uygun değil	Yetersiz	Sınırlı	Uygun	Evrensel
Yerel Katılım	Yok	Düşük	Bildirildi	İşbirliği var	Katılımcı üretim
Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Uyumsuz	Aykırı	Kısmen uyumlu	Entegre	Tam uyumlu

Her malzeme için önce 34 kriterden alınan puanların toplamı hesaplanmış, ardından bu değer kriter sayısına bölünerek ortalama skor elde edilmiştir. Ortalama skorlar, malzemenin genel sürdürülebilirlik düzeyini temsil etmektedir. Aşağıda, bu ortalamalara karşılık gelen yorumlama aralıkları sunulmuştur (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Ortalama puana göre malzeme sürdürülebilirlik düzeyi yorumlama aralıkları

Ortalama Puan Aralığı	Sürdürülebilirlik Düzeyi
4.50 – 5.00	Mükemmel düzeyde sürdürülebilir
3.50 – 4.49	Yüksek sürdürülebilirlik
2.50 – 3.49	Orta düzey sürdürülebilir
1.50 – 2.49	Düşük sürdürülebilirlik
1.00 – 1.49	Sürdürülebilir değil

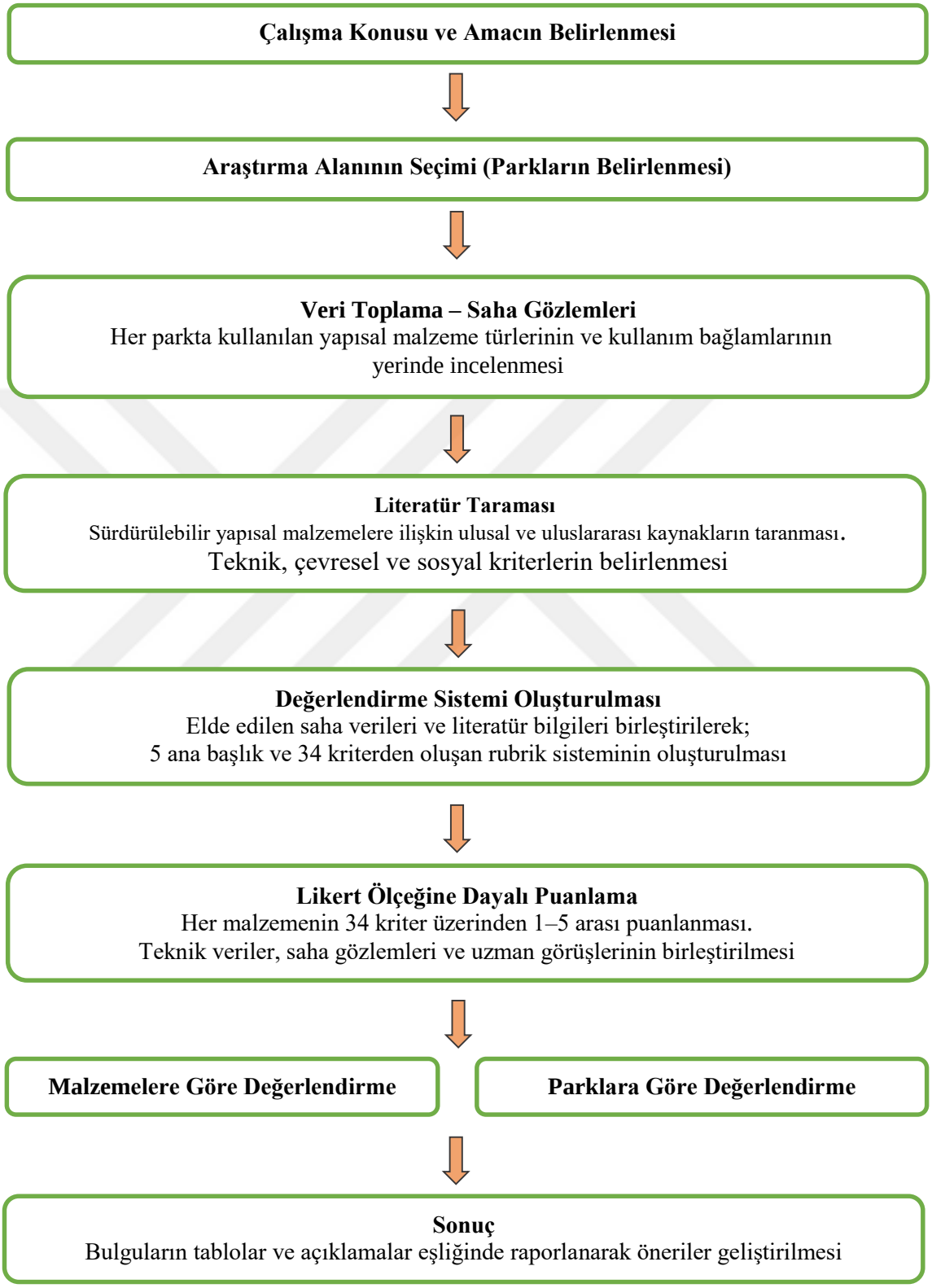
Bu yapı sayesinde, her bir malzemenin yalnızca teknik performansı değil; aynı zamanda çevresel etkisi, bakım-onarım gereksinimi, bitkisel uyumu, ekosistem katkısı, yerel kimlik ve kullanıcı konforu gibi sosyal ve ekolojik açılardan da değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

Değerlendirme sisteminin oluşturulmasında, sürdürülebilir malzeme analizine ilişkin ulusal ve uluslararası literatürden yararlanılmıştır. Başta Kibert (2016) ve Bribián, Capilla

& Usón (2011) olmak üzere, Çüçen & Solak (2023) tarafından ortaya konan yerel kaynaklar ile sürdürülebilir yapı malzemeleri konusunda teknik standartlar ve yönetmelikler göz önünde bulundurulmuştur. Böylece oluşturulan sistem hem bilimsel temelli hem de uygulamaya dönük bir çerçeve sunmaktadır.

Çalışmada kullanılan birçok yapısal malzeme birden fazla parkta ortak olarak yer aldığından, aynı malzeme için tekrar eden açıklamalardan kaçınılmış; her malzeme yalnızca bir kez detaylı biçimde analiz edilmiştir. Takip eden bölümlerde, bu malzemelerin değerlendirme tabloları, ortalama skorları ve sürdürülebilirlik yorumları sistematik biçimde sunulmuştur. Park özelinde malzeme kullanımına ilişkin analizler ise bu genel değerlendirmeler üzerinden yapılandırılmıştır.

Bu bağlamda, her bir malzemenin sürdürülebilirlik puanı kendi teknik ve bağlamsal nitelikleri doğrultusunda değerlendirilmiş olsa da bu tekil değerlendirmeler bir parkın genel sürdürülebilirlik düzeyini tek başına yansıtmaz. Bu nedenle, her park için kullanılan malzemelerin ortalama sürdürülebilirlik skorları ayrı bir düzeyde hesaplanmış ve parklara göre genel analizler yapılmıştır. Bu analizlerde, sadece malzeme puanlarının ortalaması değil; aynı zamanda bu malzemelerin peyzaj alanındaki yaygınlığı, işlevsel dağılımı, kullanıcı ile etkileşimi ve bağlamsal uyumu da dikkate alınarak parkların bütüncül sürdürülebilirlik profili oluşturulmuştur. Böylece hem mikro ölçekte malzeme hem de makro ölçekte park temelli sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılabilmiştir.



Şekil 2.48. Yöntem akış şeması

4.BULGULAR

4.1. Çalışma Alanlarında Kullanılan Yapısal Malzemelerin Çok Kriterli Değerlendirilmesi

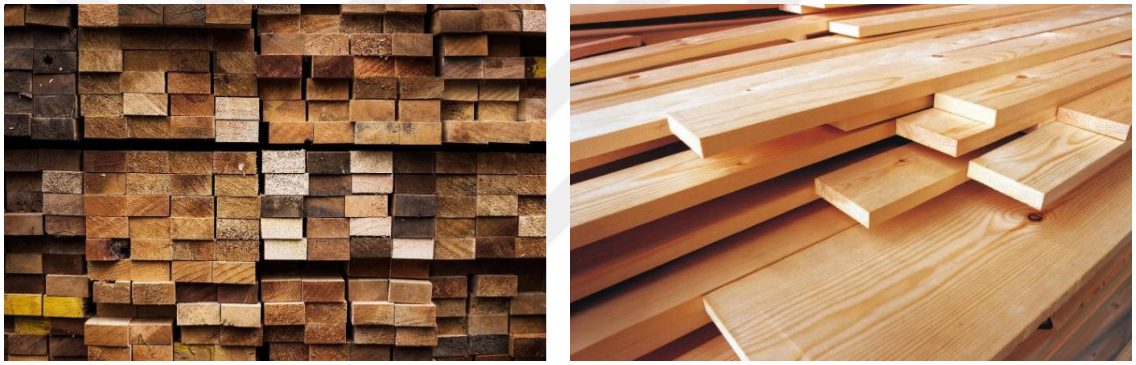
Peyzaj tasarımında kullanılan yapısal malzemeler yalnızca mekânsal bütünlüğün sağlanmasında değil; çevresel etkilerin azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması ve kullanıcı konforunun desteklenmesinde de kritik bir rol oynamaktadır (Bribián, Capilla & Usón, 2011). Bu nedenle malzeme seçiminde sürdürülebilirlik yaklaşımı, üretim süreci, kullanım ömrü, bakım-onarım gereksinimleri, çevresel uyum ve toplumsal etkiler gibi birçok faktörün birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Kibert, 2016).

Bu çalışmada İzmir il sınırlarında yer alan beş farklı kent parkında kullanılan yapısal malzemeler; çevresel sürdürülebilirlik, mekanik ve fiziksel performans, su yönetimi ve dirençlilik, peyzaj uygunluğu ile sosyal-kültürel etkiler olmak üzere beş ana başlık altında gruplandırılmış toplam 34 kriter doğrultusunda incelenmiştir. Her bir malzeme için beşli Likert ölçeğine dayalı çok kriterli bir rubrik sistemi kullanılmış; teknik verilerle desteklenen sayısal puanlamalar açıklamalı tablolarla birlikte sunulmuştur.

Elde edilen bulgular, her malzemenin bağlamdan bağımsız olarak sürdürülebilirlik potansiyelini ortaya koymakta ve malzeme tercihlerini yönlendirebilecek nesnel veriler sağlamaktadır. Aşağıda, her bir malzeme için hesaplanan kriter puanları, ortalama değerler ve değerlendirme metinleri ayrıntılı biçimde yer almaktadır. Bu bölümde elde edilen veriler, bir sonraki aşamada parklara göre genel değerlendirmelerin yapılabilmesi için temel teşkil etmektedir (Çüçen & Solak, 2023; Eş, 2008).

Ahşap

Ahşap, doğal yapısı ve yenilenebilir kaynağı sayesinde sürdürülebilir peyzaj tasarımında önemli bir yer tutmaktadır. Organik dokusu ve estetik potansiyeliyle açık alan tasarımlarında hem zemin kaplaması hem de oturma birimleri gibi birçok yapısal öğede kullanılmaktadır (Şekil 4.1). Düşük karbon ayak izi, biyobozunabilirliği ve kolay işlenebilirliği gibi çevresel avantajlarının yanı sıra, yerel üretim olanakları sayesinde ekonomik sürdürülebilirliği de desteklemektedir (Akın, 2020; Kibert, 2016). Bu çalışmada ahşap, çok yönlü kullanımı ve ekosistemle kurduğu uyum çerçevesinde incelenmiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Ahşap malzeme dokusu (Url-41)

Çizelge 4.1. Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	40 MPa	Orta seviyede dayanım, dış mekân uygulamaları için yeterlidir.	3
	Yoğunluk (kg/m³)	600	Hafif malzemedir, düşük yoğunluk sınıfındadır.	2
	Isı İletim	0.12 W/mK	Düşük ısı iletkenliği, iyi yalıtım sağlar.	5
	Ses Yalıtımı (dB)	30 dB	Orta düzey ses yalıtımı sağlar.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.3	Düşük albedo değeri ısı birikimine neden olabilir.	2
	Bakım & Onarım	Yüksek gereksinim	Dış mekânda bakım ve koruyucu kaplama gerektirir.	2

Çizelge 4.1. Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal–Yenilenebilir	Sürdürülebilir ormancılıktan elde edilebilir.	5
	Üretim Enerjisi	Düşük	Üretim süreci düşük enerji gerektirir.	5
	Karbon Ayak İzi	Düşük	Karbon tutucu özelliğe sahiptir.	5
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Kırpıntılar veya atıklar farklı amaçlarla kullanılabilir.	5
	Biyobozunma Potansiyeli	Yüksek	Doğal yapısı sayesinde biyolojik olarak parçalanabilir.	5
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yaygın	Birçok bölgede yerel kaynaklardan temin edilebilir.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Doğal malzeme	VOC salınımı düşüktür.	5
	Maliyet	Orta-Yüksek	Kaliteye ve işlenmişliğe göre değişiklik gösterir.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%100	Tamamen doğal bir malzemedir.	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Orta	Suya karşı geçirgenliği düşüktür; emprenye gerekir.	3
	Drenaj Kapasitesi	Orta	Kaplama sistemine bağlı olarak değişkenlik gösterir.	3
	Donma-Çözülme Direnci	Orta	İklim koşullarına karşı önlem alınmalıdır.	3
	Tuz Direnci	Düşük	Tuzlu ortamlarda bozulma riski vardır.	2
	Asidik Yağmur	Düşük direnç	Asidik bileşenler yüzeyde bozulmaya neden olabilir.	2
	Erozyon Direnci	Orta	Zamanla yüzey aşınabilir.	3
	Yangın Direnci	Düşük	Yüksek yanıcılık riski taşır.	1
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Sabitlendiğinde rüzgara dayanıklıdır.	4
	Kimyasal Dayanım	Düşük	Kimyasallara karşı hassastır.	2

Çizelge 4.1. Ahşap malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Yüksek	Doğal çevreyle tam uyumludur.	5
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Yüksek	Bitkilerle uyum içinde çalışabilir.	5
	Hava Kalitesine Etki	Olumlu	Doğal yüzey VOC yaymaz.	5
	Toprakla Etkileşim	Yüksek	Toprakla uyumlu ve doğal döngüye girer.	5
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	Kültürel ve yerel tasarımlarla uyumludur.	5
	Toplum Ruhuna Etkisi	Yüksek	Doğallığı ve sıcaklığı ile kullanıcıyı olumlu etkiler.	5
	Kullanıcı Konforu	Yüksek	Ayak konforu, estetik algısı yüksektir.	5
	Erişilebilirlik	Orta	Doğal yüzey farklılıkları erişimi etkileyebilir.	3
	Yerel Katılım	Yüksek	Yerel zanaatkârlık ve üretim süreçleriyle ilişkilidir.	5
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Yüksek	Ahşap geleneksel yapı sistemlerinde yaygın olarak kullanılır.	5
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.82**

Ahşap, sürdürülebilirlik açısından yüksek potansiyele sahip doğal bir yapı malzemesi olarak değerlendirilmiştir. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik başlığı altında, %100 doğal hammadde oranı, düşük üretim enerjisi gereksinimi ve karbon tutucu özelliği sayesinde oldukça yüksek puanlar almıştır. Bununla birlikte, biyobozunabilirliği, yerel temin edilebilirliği ve düşük VOC salımı gibi ekolojik avantajları da çevre ve sağlık açısından önemli katkılar sunmaktadır (Kibert, 2016; Çüçen & Solak, 2023).

Mekanik ve fiziksel özellikler bakımından ise orta düzeyde performans göstermektedir. Isı yalıtımı açısından olumlu değerlere sahip olsa da düşük yoğunluk ve albedo oranı nedeniyle bazı uygulamalarda dikkatli kullanılması gerekebilir. Yangın, asidik yağmur ve kimyasallara karşı düşük dayanımı, dış mekân kullanımında koruyucu işlemleri zorunlu kılmaktadır.

Su yönetimi ve dirençlilik bağlamında da özellikle donma-çözülme, tuz ve kimyasal etkiler karşısında sınırlı direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Buna rağmen, rüzgâr direnci ve ekosistemle uyum düzeyi, peyzaj bütünlüğü açısından önemli bir avantaj sunmaktadır.

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik açısından ise en güçlü malzemelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Yerel kimlikle kurduğu güçlü ilişki, geleneksel tekniklere olan uyumu ve kullanıcı konforuna olan katkısı, ahşabın sadece çevresel değil kültürel bağlamda da sürdürülebilirliğe hizmet ettiğini göstermektedir (Eş, 2008).

Genel ortalaması 3.82 olan ahşap malzeme, doğru detay çözümleriyle desteklendiğinde sürdürülebilir peyzaj tasarımlarında uzun vadeli, çevreyle uyumlu ve kullanıcı dostu çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

Bergama Granit Küptaş

Bergama granit küptaş, yerel taş ocaklarından temin edilebilmesi, uzun ömürlü yapısı ve düşük bakım ihtiyacı ile sürdürülebilir sert zemin uygulamalarında öne çıkmaktadır (Şekil 4.2). Granit, yüksek basınç dayanımı sayesinde yaya ve araç trafiğine uygunluk sağlarken, yerli üretim olması çevresel taşıma maliyetlerini düşürmektedir (Tüfekçi, 2015; Türktaş, 2021). Bu çalışma kapsamında Bergama granit küptaş, dayanıklılık–ekolojik uyum ekseninde değerlendirilen sert zemin kaplama malzemeleri arasında analiz edilmiştir (Çizelge 4.2).




B

Şekil 4.2. Bergama granit küptaş uygulama görseli (Url-42) ve Bergama granit küptaş (Url-43)

Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	70 MPa	Bergama granit küptaşın 70 MPa üzerindeki basınç dayanımı, yoğun yaya yüküne karşı yüksek direnç sunduğunu göstermektedir.	5
	Yoğunluk (kg/m³)	2600 kg/m³	2600 kg/m³ yoğunluk değeri, malzemenin ağır ve sağlam bir yapıya sahip olduğunu, stabilite sağladığını gösterir.	5
	Isı İletim	1.7 W/mK	1.7 W/mK ısı iletkenlik değeri, orta düzeyde ısı iletimi sağladığından yüzey sıcaklık konforu açısından sınırlıdır.	3
	Ses Yalıtımı (dB)	20 dB	20 dB'lik yalıtım kabiliyeti, ses emilimi bakımından düşüktür; ses yansıması yüksektir.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.25	0.25 albedo değeri düşük yansıtma oranına işaret eder, bu da yüzeyde ısı birikimine neden olabilir.	2
	Bakım & Onarım	Yüksek	Uzun ömürlüdür ve bakım gereksinimi düşüktür. Zemin bozulmaları minimum düzeydedir.	5

Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal taş	Doğal taş olması nedeniyle yenilenebilir değil ancak doğaya zararsız bir kaynaktır.	3
	Üretim Enerjisi	Yüksek	Ocaklardan çıkarılırken yüksek enerji gerektirir; bu durum çevresel maliyeti artırır.	2
	Karbon Ayak İzi	Orta	Granitin üretim sürecinde karbon salımı orta düzeydedir, ancak uzun ömrü sayesinde telafi edilir.	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Kırıldığında yeniden kullanılabilir; düşük enerjiyle yeniden şekillenebilir.	5
	Biyobozunma Potansiyeli	Düşük	Biyolojik yollarla çözünmez, bu nedenle doğada parçalanmaz; bu da kalıcılığını artırır.	1
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Ege bölgesindeki taş ocaklarından temin edilebilir, lojistik açıdan avantajlıdır.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Yüksek	İnert yapısı nedeniyle sağlık açısından zararlı kimyasal içermez.	5
	Maliyet	Orta	Ocak taşlarının çıkarılması ve işlenmesi orta maliyetlidir.	3
	Doğal Hammadde Oranı	Yüksek	%100 doğal mineral içerir, katkı maddesi içermez.	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Yoğun yapısı nedeniyle yüzey geçirimsizdir, su sızdırmaz.	1
	Drenaj Kapasitesi	Düşük	Drenaj açıklığı bulunmadığı için yüzey akışı sınırlıdır.	2
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Donma-çözülme döngüsüne karşı yüksek dayanım gösterir, çatlama yapmaz.	5
	Tuz Direnci	Yüksek	Tuz çözeltilerinden etkilenmez, özellikle kıyı alanlar için uygundur.	5
	Asidik Yağmur	Yüksek	Asidik yağmura karşı dirençlidir, yüzeyde çözülme gözlenmez.	3
	Erozyon Direnci	Yüksek	Yüksek erozyon direnci ile uzun süreli kullanım sağlar.	5
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanmaz özelliği vardır, yangın anında deformasyon göstermez.	5
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Rüzgârla savrulma veya yer değiştirme riski yoktur.	5
	Kimyasal Dayanım	Yüksek	Endüstriyel kimyasallara karşı dirençlidir, aşınma yapmaz.	3

Çizelge 4.2. Bergama granit küptaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Yüksek	Doğal mineral yapısı peyzaj elemanlarıyla uyumludur.	2
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Kök gelişimini doğrudan desteklemez; etkisizdir.	2
	Hava Kalitesine Etki	Orta	Tozuma ve hava kirliliğine katkısı düşüktür.	3
	Toprakla Etkileşim	Nötr	Toprak pH'ı ve kimyasal dengesiyle nötr etkileşimlidir.	3
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	İzmir yerel dokusuna estetik ve renk açısından uyumludur.	3
	Toplum Ruhuna Etkisi	Düşük	Simgesel değeri düşüktür, kültürel bağlamda nötr kalır.	2
	Kullanıcı Konforu	Düşük	Yüksek ısı tutma kapasitesi nedeniyle yüzeyde konfor düşüktür.	4
	Erişilebilirlik	Düşük	Engelli bireyler için yüzey pürüzlüdür; erişilebilirlik sınırlı.	4
	Yerel Katılım	Düşük	Kullanıcılar tarafından sert ve soğuk bulunabilir.	2
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Yüksek	Taş ustalığı ve yerel işçilikle uygulanabilir yapıdadır.	5
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.82**

Bergama granit küptaş, yüksek basınç dayanımı (70 MPa) ve yoğunluğu sayesinde mekanik ve fiziksel performans açısından sürdürülebilir peyzaj uygulamalarında en dayanıklı malzemelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Uzun ömürlü, bakım gereksinimi düşük ve deformasyona dirençli yapısı, kamusal alanlarda zemin kaplaması olarak tercih edilmesini desteklemektedir. Bununla birlikte, düşük albedo değeri ve sınırlı ses yalıtımı gibi kullanıcı konforunu etkileyen bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır (Kibert, 2016).

Çevresel sürdürülebilirlik kriterleri açısından değerlendirildiğinde, granit doğal bir kaynak olmasına karşın yenilenemez oluşu ve yüksek üretim enerjisi gereksinimi gibi faktörlerle çevresel puanı sınırlamaktadır. Ancak %100 doğal hammadde içeriği, inert yapısı, yeniden kullanılabilirliği ve Ege Bölgesi'nden yerel temin edilebilmesi gibi özellikleri bu zayıflıkları kısmen dengelemektedir (Çüçen & Solak, 2023).

Su yönetimi ve dirençlilik açısından granit küptaş, donma-çözülme, tuz ve yangına karşı yüksek direnç göstererek uzun ömürlü açık alan uygulamaları için avantaj sunmaktadır. Ancak geçirimsizliği nedeniyle drenaj ve yüzey suyu yönetiminde dikkatli kullanılmalıdır (Bribián, Capilla & Usón, 2011).

Peyzaj uyumu ve ekolojik katkılar başlığı altında, malzemenin doğaya zararlı bir etkisi bulunmasa da, bitkisel gelişimi doğrudan desteklememesi ve sınırlı hava-toprak etkileşimi nedeniyle çevresel etkileşimleri nötr düzeydedir.

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde ise estetik uyum ve geleneksel taş işçiliğine uygunluk gibi güçlü yönleri olmasına rağmen, kullanıcı konforu ve erişilebilirlik bakımından bazı dezavantajlar barındırmaktadır. Soğuk yüzey etkisi, simgesel değer eksikliği ve engelli bireyler için pürüzlü yüzey dokusu bu başlıkta puanını düşüren temel unsurlar olmuştur (Eş, 2008).

Tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda, Bergama granit küptaş; dayanıklılığı, yerel temin avantajı ve uzun ömürlü kullanımı sayesinde sürdürülebilirlik açısından güçlü bir teknik performans sergilese de çevresel ve sosyal açılardan sınırlı katkılar sunmaktadır. 3.47 puanlık genel ortalama, bu malzemenin teknik olarak yüksek bir sürdürülebilirlik düzeyine sahip olduğunu ancak bağlamsal uygulamalarda dikkatli kullanım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, uygun detay çözümleri ve alan tasarımı ile birlikte değerlendirildiğinde sürdürülebilir peyzaj projelerinde etkili bir zemin malzemesi olarak kullanılabilir.

Bergama Granit Plak Taş

Granitin plaka formu, peyzaj alanlarında geniş yüzey kaplamalarına olanak tanırken, doğal dokusunu bozmadan estetik bir bütünlük sunar (Şekil 4.3). Bergama bölgesinden elde edilen bu taş türü, yerel temin edilebilirlik ve yüksek mekanik performans kriterleriyle sürdürülebilirlik ölçeğinde önemli bir konuma sahiptir (Öztürk & Yıldız, 2020). Plaktaş uygulamaları, zemin sürekliliğini bozmadan doğaya uyumlu yüzeyler

oluşturması bakımından da dikkat çekicidir. Bu nedenle, çalışmada granit plaktaş, hem işlevsellik hem de ekolojik katkı bakımından ele alınmıştır (Çizelge 4.3).



Şekil 4.3. Bergama granit plak taş malzemesi (Url-44)

Çizelge 4.3. Bergama granit plaktaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	Teknik Değer	Açıklama	Puan
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	90 MPa	Çok yüksek basınç dayanımı, ağır yük ve dış ortamlar için uygundur.	5
	Yoğunluk (kg/m³)	2650 kg/m³	Yüksek yoğunluk, sertlik ve stabilite sağlar.	5
	Isı İletim	2.7 W/mK	Orta düzeyde ısı iletimi, yaz aylarında yüzey ısınabilir.	3
	Ses Yalıtımı (dB)	45 dB	Orta seviye ses yalıtımı, akustik açıdan sınırlıdır.	3
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.35	Düşük albedo değeri, yüzeyde ısı birikimine neden olabilir.	2
	Bakım & Onarım	-	Dayanıklı yüzeyi sayesinde bakım gereksinimi düşüktür.	4
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal taş	Tükenebilir doğal kaynaklardan elde edilir.	3
	Üretim Enerjisi	Orta	Kesme ve işleme süreci orta seviyede enerji gerektirir.	3
	Karbon Ayak İzi	Yüksek	Üretimi sırasında yüksek karbon salımı oluşabilir.	2
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Kırılarak tekrar kullanılabilir, döngüsel kullanıma uygundur.	4
	Biyobozunma Potansiyeli	Düşük	Doğada çözünmez, kalıcı malzeme özelliği gösterir.	1
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Ege bölgesindeki ocaklardan sağlanabilir.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Zararsız	İnert yapısı nedeniyle zararlı salınım yapmaz.	4

Çizelge 4.3. Bergama granit plaktaş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

	Maliyet	Orta	Yüksek performansa karşı dengeli bir maliyet sunar.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%100	Katkı maddesi içermeyen saf doğal taştır.	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Yüzey geçirimsizdir, suyu emmez.	1
	Drenaj Kapasitesi	Zayıf	Suyun yüzeyde kalmasına neden olabilir.	2
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Termal döngülere karşı dayanıklıdır.	5
	Tuz Direnci	Yüksek	Tuzlu ortamlarda çözülme ya da leke oluşmaz.	5
	Asidik Yağmur	Dirençli	Asitli suya karşı çözünme göstermez.	5
	Erozyon Direnci	Yüksek	Zamanla yüzey aşınması oldukça düşüktür.	5
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanmaz, yangına karşı tam dayanıklıdır.	5
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağırlığı sayesinde rüzgâra karşı sabit kalır.	4
	Kimyasal Dayanım	Yüksek	Endüstriyel kimyasallara karşı dirençlidir.	5
Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Orta	Doğal görünümü ile çevreye uyumlu ancak aktif katkısı sınırlı.	3
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Orta	Bitki gelişimini doğrudan desteklemez.	3
	Hava Kalitesine Etki	Nötr	Tozuma ya da VOC salınımı bulunmaz.	3
	Toprakla Etkileşim	Sınırlı	Kimyasal olarak toprakla nötr etkileşimlidir.	4
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	Tarihi ve geleneksel dokularla estetik uyum sağlar.	5
	Toplum Ruhuna Etkisi	Orta	Yöresel tanınırlık bulunur, simgesel etkisi sınırlıdır.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta	Sert yüzey; estetik ama termal konfor açısından sınırlı.	4
	Erişilebilirlik	Orta-Yüksek	Uygulama tekniğine bağlı olarak erişilebilirliği sağlanabilir.	4
	Yerel Katılım	Orta	Yerel taş ustaları tarafından uygulanabilir.	4
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Orta	Klasik döşeme tekniklerine uyum sağlayabilir.	3
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.68**

Bergama granit plaktaş, özellikle yüksek basınç dayanımı (90 MPa) ve yoğunluğu (2650 kg/m³) ile mekanik ve fiziksel performans açısından sürdürülebilir peyzaj uygulamaları için ideal bir malzeme profili çizmektedir. Yüksek yoğunluk, darbelere ve dış etkilere karşı direnç sağlarken; düşük bakım gereksinimi ve uzun ömürlü yapısı da kullanım kolaylığı sunmaktadır. Bununla birlikte, ısı iletimi ve albedo değerlerinin düşük olması, sıcak iklimlerde yüzey sıcaklık konforunu olumsuz etkileyebilmektedir (Bribián, Capilla & Usón, 2011).

Çevresel sürdürülebilirlik boyutunda ise malzeme, doğal taş olması nedeniyle yüksek oranda doğal içerik barındırmakta ve lokal kaynaklardan temin edilebilmesi sayesinde lojistik açıdan avantaj sağlamaktadır. Ancak üretim sürecinde ortaya çıkan karbon salımı ve düşük biyobozunma potansiyeli gibi nedenlerle çevreye etkileri sınırlı düzeyde kalmaktadır. Geri dönüştürülebilirlik açısından güçlü yönleri, bu eksikliği kısmen dengelemektedir (Çüçen & Solak, 2023).

Su yönetimi ve dirençlilik açısından Bergama granit plaktaş; donma-çözülme, tuz, asidik yağmur ve yangına karşı yüksek direnç göstermektedir. Bu özellikler, onu sert iklim koşullarında ve yoğun kullanımlı açık alanlarda tercih edilebilir kılmaktadır. Ancak geçirimsiz yapısı nedeniyle yüzey drenajı planlanmadan kullanılması önerilmemektedir.

Ekolojik katkılar bakımından ise malzeme doğal yapısıyla çevreyle uyum sağlasa da, bitkisel etkileşim ve ekosistem desteği açısından nötr bir profile sahiptir. Toprakla sınırlı etkileşimi, biyolojik döngülere katkı potansiyelini kısıtlamaktadır.

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik boyutunda ise özellikle tarihi dokularla uyum, yerel işçilikle uygulanabilirlik ve kullanıcı konforunun orta düzeyde sağlanması, malzemenin bağlamsal kullanımını güçlendirmektedir. Geleneksel tekniklerle kısmi uyumu ve yerel katılımı destekleyen yönleriyle bölgesel tasarım diline katkı sunmaktadır (Eş, 2008; Kibert, 2016).

Genel değerlendirme sonucu 3.68 ortalama puan elde eden Bergama granit plaktaş, yapısal dayanıklılığı, dirençlilik performansı ve uzun ömürlü kullanımı ile öne çıkarken; çevresel etki ve biyolojik uyum konularında daha dikkatli planlama gerektirmektedir. Bu

bağlamda, doğru uygulama detayları ve ekolojik bütünlük ilkeleriyle desteklendiğinde sürdürülebilir peyzaj tasarımlarında güvenilir bir yüzey malzemesi olarak değerlendirilebilir.

Kilit Taş

Kilit taş parke, modüler yapısı sayesinde hem hızlı uygulanabilirlik hem de sökülüp yeniden kullanılabilme avantajı sunan, sert zemin malzemeleri arasında öne çıkan bir seçenektir (Şekil 4.4). Özellikle kent içi yaya yolları, meydanlar ve otopark gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.5). Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde, kilit taşın geçirimsizliği bazı su yönetimi sorunlarına yol açsa da yerel üretim potansiyeli, mekanik dayanımı ve düşük bakım gereksinimi sayesinde uzun ömürlü çözümler sunar (Aydın, Çelik, & Güneş, 2021). Ayrıca, geri dönüştürülmüş beton agregaları ile üretilebilen kilit taşlar, malzemenin çevresel etkisini azaltmaya yönelik önemli bir fırsat sunmaktadır (Çelik, Demir, & Yılmaz, 2020). Bu çalışma kapsamında kilit taş parke, yapısal dayanıklılığı, kullanım çeşitliliği ve potansiyel geri dönüşüm imkânları ekseninde ele alınmıştır (Çizelge 4.4).



Şekil 4.4. Kilit taş malzemesi uygulaması (Url-45)



Şekil 4.5. Kilit taş malzemesi zemin kaplaması (Url-46)

Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	45 MPa	Yay yüklerine karşı yeterli ancak yüksek dayanım gerektiren alanlar için sınırlıdır.	3
	Yoğunluk (kg/m³)	2200 kg/m³	Orta yoğunlukta, taşıma kapasitesi yeterli ancak geçirgenlik düşüktür.	3
	Isı İletim	1.4 W/mK	Yüksek iletkenlik, yaz aylarında yüzeyin ısınmasına neden olabilir.	2
	Ses Yalıtımı (dB)	45 dB	Orta düzeyde ses emme kapasitesine sahiptir.	3
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	%40	Kısmen düşük albedo değeri, ısı adası etkisini artırabilir.	2
	Bakım & Onarım	Modüler, Değiştirilebilir	Modüler yapısı sayesinde bozulan parçalar kolayca değiştirilebilir.	4

Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Endüstriyel – Doğal agrega içerikli	Çimento esaslı, doğal agrega içerir; endüstriyel üretimdir.	3
	Üretim Enerjisi	Orta	Enerji tüketimi orta düzeydedir, pişirme işlemi yoktur.	3
	Karbon Ayak İzi	Orta	Yapım aşamasında orta seviyede karbon salımı söz konusudur.	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Yeniden kullanılabilir veya stabilize malzeme olarak değerlendirilebilir.	4
	Biyobozunma Potansiyeli	Düşük	Sentetik bağlayıcı içerdiğinden biyolojik olarak çözünmez.	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Yerel üretim yapan çok sayıda firma vardır.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Zararsız (Toz dışında)	Toz üretimi dışında zararı düşüktür.	3
	Maliyet	Orta	Orta maliyetlidir, yaygın kullanımda ekonomiktir.	4
	Doğal Hammadde Oranı	Orta (%50)	Doğal agregalar ile harmanlanır.	3
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Düşük geçirgenlik, yüzey akışı artırabilir.	2
	Drenaj Kapasitesi	Orta	Boşluklu yerleştirme yapılırsa su geçişi kısmen sağlanabilir.	3
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	TSE standartlarına göre donma çözülmeye karşı dayanıklıdır.	4
	Tuz Direnci	Orta	Yol kenarı gibi alanlarda orta düzeyde dayanıklıdır.	3
	Asidik Yağmur	Düşük	Asidik etkilere karşı yüzey aşınabilir.	2
	Erozyon Direnci	Orta	Yüzeysel bozulma zamanla oluşabilir, orta düzeydir.	3
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanmaz; ateşe maruz kaldığında yapısını korur.	4
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağır yapısı sayesinde yerinden oynamaz.	4
	Kimyasal Dayanım	Düşük-Orta	Bazı kimyasallara karşı hassasiyet gösterir.	2

Çizelge 4.4. Kilit taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Pasif	Doğal çevre ile doğrudan olumlu etkileşimi yoktur.	3
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Boşluklu döşenmediği sürece bitki gelişimine izin vermez.	2
	Hava Kalitesine Etki	Nötr	Pasif; toz tutucu özellik taşımaz.	3
	Toprakla Etkileşim	Sınırlı	Yüzey geçirimsiz olduğu için toprakla bağlantı kurmaz.	2
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Orta	Modern tasarımlarda uyumlu, geleneksel dokuda sınırlı.	3
	Toplum Ruhuna Etkisi	Nötr	Standartlaştırılmış görüntü sunar.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta-Yüksek	Düz zemin sağlar, yürüyüş için uygundur.	4
	Erişilebilirlik	Yüksek	Tekerlekli sandalye için uygundur; boşluksuz döşeme önemlidir.	4
	Yerel Katılım	Düşük-Orta	Endüstriyel üretim ağırlıklı olduğundan sınırlıdır.	3
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Düşük	Geleneksel parke türlerinden farklı bir sistemle döşenir.	2
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.03**

Kilit taş parke, modüler yapısı, kolay uygulanabilirliği ve yerel üretim olanakları sayesinde Türkiye'de en yaygın kullanılan sert zemin malzemelerinden biridir. Bu çalışmada 34 kriter üzerinden yapılan çok boyutlu değerlendirme sonucunda ortalama 3.03 puan ile orta düzey sürdürülebilirlik kategorisine yerleşmiştir.

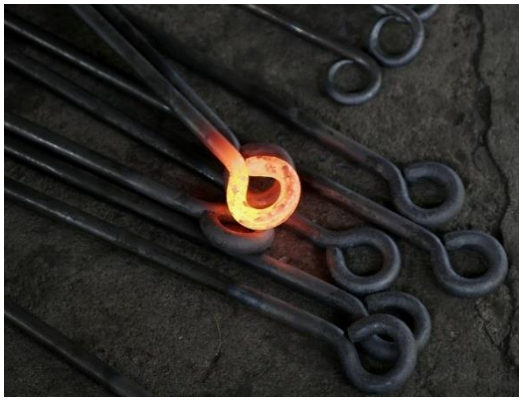
Mekanik dayanım açısından 45 MPa basınç direnci sunan kilit taşlar hem yaya hem de araç trafiği için uygunluk gösterecek seviyededir. Özellikle kalın kesitli ve yoğun yerleştirilmiş formlarında araç yollarında da etkin biçimde kullanılabilir. Bununla birlikte, yoğun yük altında deformasyon riskini azaltmak için alt temel hazırlığının iyi yapılması önemlidir. Malzemenin modüler yapısı sayesinde parçalı onarımlar kolayca gerçekleştirilebilir, bu da bakım-onarım açısından ekonomik ve sürdürülebilir bir avantaj sağlar.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde; yerel üretim olanağı ve geri dönüştürülebilirliği olumlu öne çıkarken, sentetik bağlayıcı içeriği, biyobozunma potansiyelinin düşük olması ve üretim sürecindeki karbon salımı gibi faktörler sürdürülebilirlik skorunu sınırlamaktadır. Su yönetimi kriterleri açısından geçirgenlik ve drenaj kapasitesi düşüktür; ancak boşluklu döşeme teknikleri uygulandığında bu eksiklikler kısmen giderilebilir.

Ekolojik katkı düzeyi nötr olup, doğrudan bitkisel gelişimi desteklemez. Toprakla fiziksel bağlantısı sınırlıdır. Hava kalitesi ve kimyasal etkileşim açısından ise genel olarak pasif ve güvenli bir yapıdadır. Sosyal sürdürülebilirlik boyutunda kullanıcı konforu ve erişilebilirlik açısından güçlü yönleri öne çıkar. Ancak endüstriyel üretim biçimi nedeniyle yerel katılım ve geleneksel uygulamalarla uyumluluk düşük kalmaktadır.
Sonuç olarak, kilit taş parke malzemesi ekonomik, pratik ve dayanıklı bir yüzey kaplaması olarak, özellikle hem yaya hem de araç trafiği gerektiren alanlarda sürdürülebilirlik açısından dengeleyici bir çözüm sunar. Ancak geçirimsizlik, karbon ayak izi ve biyolojik etkiler gibi başlıklarda destekleyici malzemelerle birlikte düşünülmesi önerilir.

Metal

Metal, özellikle dayanım, biçimlenebilirlik ve uzun ömürlülük gibi özellikleriyle yapısal peyzaj elemanlarında sıkça tercih edilmektedir. Ancak yüksek üretim enerjisi, kaynak sınırlılığı ve geri dönüşüm sürecindeki çevresel etkiler, sürdürülebilirlik açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken yönlerdir (Şekil 4.6) (Kibert, 2016; Şahin, 2021). Bu tez kapsamında metal malzeme, oturma elemanları, korkuluk ve sınır tanımlayıcı gibi kent donatıları çerçevesinde analiz edilmiştir (Çizelge 4.5).





Şekil 4.6. Metal malzemesi (Url-47) ve metal kutu profil (Url-48)

Çizelge 4.5. Metal malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	250 MPa	Yüksek dayanım, yapısal yük taşıma açısından çok uygundur.	5
	Yoğunluk (kg/m³)	7850	Yüksek yoğunluk nedeniyle taşıma ve montajda zorluklar oluşabilir.	3
	Isı İletim	50 W/mK	Yüksek ısı iletkenliği, yalıtım açısından dezavantajlıdır.	2
	Ses Yalıtımı (dB)	25 dB	Ses yalıtımı düşüktür, ses geçişini azaltmada yetersizdir.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.35	Orta düzey yansıtma sağlar, kentsel ısı adası etkisi olabilir.	2
	Bakım & Onarım	Periyodik bakım	Zamanla oksitlenme ve boya ihtiyacı gerektirir.	3
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Cevher temelli	Doğal kaynak tüketimi yüksektir.	2
	Üretim Enerjisi	20 MJ/kg	Enerji yoğun üretim sürecine sahiptir.	1
	Karbon Ayak İzi	9 kg CO2/kg	Yüksek karbon salımı nedeniyle çevresel etkisi fazladır.	1
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Tamamen geri dönüştürülebilir yapıdadır.	5
	Biyobozunma Potansiyeli	Yok	Doğada biyolojik olarak çözünmez.	1
	Yerel Temin Edilebilirlik	Orta	Bölgesel olarak kısıtlı kaynaklardan sağlanabilir.	3
	Sağlık & Çevre Etkisi	Pasif	Kullanımda toksik etki göstermemektedir.	3
	Maliyet	Yüksek	Üretim ve işçilik maliyetleri yüksektir.	2
	Doğal Hammadde Oranı	%100	İşlenmemiş doğal hammadde kullanım oranı yüksektir.	2

Çizelge 4.5. Metal malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Geçirimsiz	Yüzey suyu geçirmez.	1
	Drenaj Kapasitesi	Yok	Drenaj özelliği bulunmaz.	1
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Donma-çözülme döngülerine karşı oldukça dayanıklıdır.	5
	Tuz Direnci	Orta	Tuzlu ortamlarda korozyona açıktır.	3
	Asidik Yağmur	Düşük Direnç	Asitli ortamlarda oksitlenme gözlenebilir.	2
	Erozyon Direnci	Yüksek	Aşınmaya karşı dirençlidir.	4
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Yapısal direnci sayesinde kuvvetli rüzgarlara dayanıklıdır.	5
	Kimyasal Dayanım	Orta	Bazı kimyasallara karşı dirençli değildir.	3
Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Düşük	Doğal çevre ile uyumu sınırlıdır.	2
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Bitki gelişimine doğrudan katkısı yoktur.	2
	Hava Kalitesine Etki	Nötr	Kullanımda olumsuz etkisi bulunmaz.	3
	Toprakla Etkileşim	Zayıf	Toprak yapısına katkı sağlamaz.	2
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Orta	Tasarım diliyle kısmen uyum sağlayabilir.	3
	Toplum Ruhuna Etkisi	Orta	Endüstriyel algı nedeniyle nötrdür.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta	Yüksek ısı iletkenliği nedeniyle yaz-kış konforu düşebilir.	3
	Erişilebilirlik	Yüksek	Düz ve sağlam yüzeyler sayesinde erişim kolaydır.	5
	Yerel Katılım	Düşük	İmalat süreçleri genellikle yerel üretime dayalı değildir.	2
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Düşük	Modern üretim teknikleri gerektirir.	2
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**2.74**

Metal malzemeler, yüksek basınç dayanımı (250 MPa) ve donma-çözülme ile yangın gibi çevresel stres faktörlerine karşı yüksek direnci sayesinde, yapısal olarak güçlü ve uzun ömürlü bir seçenek sunmaktadır (Bayraktar & Sevim, 2016). Ayrıca rüzgar, erozyon ve yangın gibi dışsal fiziksel etkilere karşı da oldukça dayanıklıdır. Bununla birlikte, yüksek yoğunluğu nedeniyle taşıma ve montaj süreçlerinde zorluk yaratmakta, ayrıca ses ve ısı

yalıtımı bakımından zayıf performans göstermektedir (Tüfekçi, 2020).Çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde, metalin cevher temelli doğal kaynaklardan üretilmesi ve yüksek üretim enerjisi (20 MJ/kg) ile karbon salımı (9 kg CO_2/kg) üretmesi ciddi çevresel yükler oluşturmaktadır (Çüçen & Solak, 2023). Ancak, tamamen geri dönüştürülebilir yapısı sayesinde döngüsel ekonomiye katkı sunması olumlu bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Eş, 2008). Su yönetimi kriterlerinde ise geçirgenlik ve drenaj kapasitesi açısından yetersiz kalması nedeniyle bu tür malzemeler genellikle yeşil altyapı unsurları ile entegre şekilde kullanılmaya uygun değildir.

Ekolojik ve peyzaj uyumu açısından metal malzemenin doğal çevreyle ilişkisi oldukça sınırlıdır. Bitkisel etkileşim düzeyi ve toprakla etkileşim gibi kriterlerde düşük puan almasının yanında, ekosistemle görsel ve işlevsel uyumu da düşüktür (Şen ve ark., 2018). Sosyal sürdürülebilirlikte ise erişilebilirlik açısından yüksek puan almasına rağmen, yerel katılım ve geleneksel uygulamalara uygunluk gibi kültürel boyutlarda sınırlı katkı sağlamaktadır. Yüksek sıcaklık iletkenliği kullanıcı konforunu olumsuz etkileyebilir (Öç, 2013).

Genel olarak 2.74 puanlık ortalama, metal malzemelerin sürdürülebilirlik bağlamında orta düzeyde performans gösterdiğini, özellikle çevresel etkiler ve ekolojik bütünleşme bakımından sınırlı katkı sunduğunu göstermektedir. Ancak yapısal dayanıklılığı ve geri dönüştürülebilirliği sayesinde, uygun bağlamlarda ve hibrit tasarımlarda değerlendirildiğinde sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayabilir.

Mıcır

Mıcır yüzeyler, geçirgen yapıları ve doğal görünümleriyle sürdürülebilir peyzaj tasarımında önemli yer tutar. Su geçirgenliği, düşük enerji gereksinimi ve yerli temin avantajlarıyla çevresel sürdürülebilirliği yüksek bir malzeme olarak öne çıkar (Şekil 4.7)**.** Ayrıca mikroiklim koşullarını desteklemesi ve bitkisel tasarımlarla bütünleşebilmesi, ekolojik faydalarını artırır (Özcan, 2018). Bu çalışma kapsamında mıcır yüzey, özellikle su yönetimi ve ekosistemle etkileşim boyutlarında ele alınmıştır (Çizelge 4.6).




Şekil 4.7. Mıcır malzeme (Url-49, Url-50)

Çizelge 4.6. Mıcır malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	10 MPa	Düşük basınca dayanıklı, taşıyıcı yüzeylerde sınırlı kullanılır.	2
	Yoğunluk (kg/m³)	1700	Orta yoğunluk, yerleştirilen taş cinsine göre değişkenlik gösterir.	3
	Isı İletim	0.15 W/mK	Düşük ısı iletimi, sıcak iklimlerde yüzey sıcaklığını düşürür.	4
	Ses Yalıtımı (dB)	35 dB	Sert zeminlere kıyasla daha düşük ses yalıtımı sağlar.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.4	Orta albedo değeri ile ısı adası etkisini sınırlı azaltır.	3
	Bakım & Onarım	Düşük	Yüzey zamanla dağılabilir ancak kolayca yeniden düzenlenebilir.	4
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal taş	Doğal kaynaklı, yerel taş parçaları içerir.	5
	Üretim Enerjisi	Çok Düşük	Neredeyse hiç enerji kullanılmadan hazırlanabilir.	5
	Karbon Ayak İzi	Düşük	Üretim ve uygulama süreci düşük karbon salımı içerir.	4
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Malzeme tekrar kullanılabilir niteliktedir.	5
	Biyobozunma Potansiyeli	Yok	Taşlar biyolojik olarak bozulmaz.	1
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Pek çok bölgede kolayca bulunabilir.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Olumlu	Zehirli bileşen içermez, çevreyle uyumludur.	5
	Maliyet	Düşük	Yerel kaynaklı olduğunda oldukça ekonomiktir.	4
	Doğal Hammadde Oranı	%100	Tamamen doğal taşlardan oluşur.	5

Çizelge 4.6. Mıcır malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Yüksek	Yüzey su geçirme kapasitesi yüksektir.	5
	Drenaj Kapasitesi	Yüksek	Yüzey suyu kolayca geçirebilir, drenaja katkı sağlar.	5
	Donma-Çözülme Direnci	Orta	Soğuk iklimlerde dağılma riski vardır.	3
	Tuz Direnci	Orta	Tuzla temas uzun vadede erozyon yaratabilir.	3
	Asidik Yağmur	Düşük	Asidik yağmurlar taşların yapısını bozabilir.	2
	Erozyon Direnci	Düşük	Açık alanda taş kayması yaşanabilir.	2
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanıcı değildir.	5
	Rüzgar Direnci	Düşük	Hafif taş parçaları rüzgarla savrulabilir.	2
	Kimyasal Dayanım	Orta	Bazı kimyasallarla reaksiyona girebilir.	3
Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Yüksek	Doğal yapısı sayesinde çevreyle tam uyum sağlar.	5
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Yüksek	Bitki gelişimini engellemez, aralarda gelişebilir.	5
	Hava Kalitesine Etki	Olumlu	Toz üretmez, VOC içermez.	4
	Toprakla Etkileşim	Yüksek	Toprak yapısını korur.	5
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	Geleneksel peyzaj unsurlarına uygundur.	5
	Toplum Ruhuna Etkisi	Yüksek	Doğal görüntüsü kullanıcılarca olumlu karşılanır.	4
	Kullanıcı Konforu	Orta	Yürüyüş açısından konfor sınırlıdır.	3
	Erişilebilirlik	Düşük	Engelli bireyler için uygun değildir.	2
	Yerel Katılım	Yüksek	Toplumun katılımıyla uygulanabilir.	5
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Yüksek	Tarihi peyzaj teknikleriyle uyumludur.	5
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**4.26**

Mıcır, 34 kriter üzerinden yapılan çok yönlü sürdürülebilirlik analizinde 4.26 puan ile "yüksek sürdürülebilir" kategorisine girmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik başlığında güçlü bir performans sergilese de bazı teknik detaylar dikkate alındığında daha dikkatli bir

değerlendirme gereklidir. Özellikle doğal kaynaklardan üretilmiş olması, %100 doğal hammadde oranını sağlamaktadır. Ancak bu malzemenin kaya parçalarının kırılması, elekten geçirilmesi ve fraksiyonlara ayrılması gibi işlemler mekanik enerji kullanımı gerektirir. Bu süreçlerde kullanılan kırıcı makineler nedeniyle üretim aşamasında düşük değil, orta düzeyde enerji tüketimi ve karbon emisyonu oluşmaktadır (Kibert, 2016; Çüçen & Solak, 2023).

Öte yandan, mıcırın geçirgenliği ve drenaj kapasitesi oldukça yüksektir. Bu özellik, yağmur suyu yönetimi açısından özellikle kentsel alanlarda suyun yüzeyden emilmesini kolaylaştırarak altyapıya destek verir (Ferguson, 2005). Ekosistemle uyumu, bitkisel gelişime izin vermesi ve toprakla etkileşimi yüksek düzeydedir. Bu sayede doğal peyzaj alanları, yağmur bahçeleri ve biyolojik çeşitlilik destekli tasarımlarda tercih sebebi olabilir.

Ancak donma-çözülme, erozyon ve rüzgâr etkisi karşısında zayıf oluşu, mıcırı eğimli ve açık alanlarda sınırlı hale getirir. Erişilebilirlik açısından ise, düzgün yüzey sağlamaması nedeniyle engelli bireyler veya çocuklu aileler için konforlu değildir. Buna karşın, yerel kimlikle uyumu, geleneksel tekniklerle uygunluğu ve yerel katılımı teşvik etmesi, sosyal sürdürülebilirlik açısından büyük avantaj sağlar (Bribián, Capilla, & Usón, 2011).

Sonuç olarak mıcır, düşük işlenmişlik düzeyi ve ekolojik bağlamda sağladığı yüksek uyum sayesinde doğal peyzaj tasarımlarında, ekolojik drenaj alanlarında ve doğa temelli çözümlerde önemli bir yapı malzemesi olmaya devam etmektedir.

Sentetik Reçineli Dökme Mozaik

Sentetik reçinelerle bağlanan mozaik kaplamalar, homojen yüzey oluşturarak hem estetik hem de kullanım kolaylığı sağlar (Şekil 4.8). Ancak petrol türevli içerikleri ve düşük biyobozunma kapasitesi nedeniyle çevresel açıdan sürdürülebilir değildir. Buna karşın, yüksek dayanımı ve estetik çeşitliliği bakımından özellikle iç ve dış mekân geçiş alanlarında tercih edilmektedir (Arslan & Kara, 2020). Bu bağlamda dökme mozaik,

sürdürülebilirlik açısından teknik üstünlükleri ile çevresel dezavantajlarının dengesi üzerinden değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.8. Sentetik reçineli dökme mozaik uygulaması (Url-51, Url-52)

Çizelge 4.7. Sentetik reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	Teknik Değer	Açıklama	Puan
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	45 MPa	>40 MPa olan malzemeler yüksek basınca dayanıklıdır.	2
	Yoğunluk (kg/m³)	2100	2000–2200 kg/m³ aralığı orta yoğunluk olarak değerlendirilir.	3
	Isı İletim	0.25 W/mK	Orta-yüksek iletimli yüzeyler yaz aylarında aşırı ısınabilir, konforu düşürür.	4
	Ses Yalıtımı (dB)	50 dB	Sentetik zeminlerde yankı oluşabilir; özellikle açık alanlarda ses yutumu düşüktür.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.3	Düşük albedo değeri, ısı birikimine yol açabilir.	3
	Bakım & Onarım	Orta düzey bakım	Yüzey zamanla aşınabilir, periyodik bakım gerekebilir.	4
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Sentetik polimer	Doğal olmayan, kimyasal temelli kaynak.	5
	Üretim Enerjisi	Yüksek	Sentetik reçineli mozaikler yüksek enerjiyle üretilir. Enerji yoğun polimer prosesleri kullanılır.	5

Çizelge 4.7. Sentetik reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

	Karbon Ayak İzi	Orta	Sentetik reçine üretimi yüksek karbon salımına neden olur.	4
	Geri Dönüştürülebilirlik	Kısmen	Sınırlı geri dönüşüm vardır; parçalı söküm zordur.	3
	Biyobozunma Potansiyeli	Düşük	Sentetik içerik doğada bozulmaz.	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Sınırlı	Genellikle ithal reçinelerle üretildiğinden yerel üretimi zayıftır.	2
	Sağlık & Çevre Etkisi	VOC içerir	VOC salınımı ve plastik temelli içerikler çevre için risklidir.	2
	Maliyet	Orta	Diğer yüzey malzemelerine göre rekabetçi maliyet.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%10	%10 gibi çok düşük bir doğal oranı vardır.	2
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Yüzey geçirimsizdir.	1
	Drenaj Kapasitesi	Yetersiz	Yüzey tamamen geçirimsizdir. Su birikimine neden olabilir.	1
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Soğuk iklimlerde dayanıklıdır.	2
	Tuz Direnci	Orta	Orta tuz direncine sahiptir.	1
	Asidik Yağmur	Orta	Kaplaması zamanla etkilenebilir.	1
	Erozyon Direnci	Yüksek	Yüzey sertliği sayesinde dirençlidir.	1
	Yangın Direnci	Orta	Yangına karşı orta düzey direnç.	3
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Sabit zemin uygulaması rüzgara dayanıklıdır.	1
	Kimyasal Dayanım	Orta	Bazı kimyasallara karşı hassas olabilir.	0
Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Düşük	Sentetik yapısı doğal ekosistemle sınırlı uyum gösterir.	0
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Üzerinde bitki gelişimi mümkün değildir.	4
	Hava Kalitesine Etki	Orta	VOC içerdiği için havayı kirletme potansiyeli vardır.	3
	Toprakla Etkileşim	Düşük	Yüzey geçirimsiz olduğundan toprakla temas yoktur.	3

Çizelge 4.7. Sentetik reçineli dökme mozaik malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Orta	Tasarım açısından nötr; kimlik etkisi düşüktür.	4
	Toplum Ruhuna Etkisi	Orta	Kullanımda yaygın ancak kültürel bağ zayıf.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta	Yüzey konforu orta düzeydedir.	4
	Erişilebilirlik	Yüksek	Düzgün yüzey yapısı erişime uygundur.	3
	Yerel Katılım	Düşük	Endüstriyel üretim olduğundan yerel katkı sınırlıdır.	1
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Düşük	Geleneksel tekniklerle uygulanmaz modern sistem gerektirir.	1
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**2.44**

Sentetik Reçineli Dökme Mozaik, çok kriterli sürdürülebilirlik analizinde 2.44 ortalama puan alarak "düşük sürdürülebilirlik" düzeyinde değerlendirilmiştir. Malzeme mekanik açıdan yeterli performans sergilemekte; özellikle yüksek basınç dayanımı sayesinde sert zemin uygulamalarında kullanılabilir. Ancak, çevresel ve ekolojik kriterler göz önünde bulundurulduğunda ciddi zayıflıklar barındırmaktadır. Sentetik reçineli yapısı, doğal kaynak kullanımını minimize etse de biyolojik döngülere entegre olamamakta, biyobozunma potansiyeli göstermemekte ve %90'a varan oranla kimyasal temelli kaynaklara dayanmaktadır.

Üretim sürecinde kullanılan enerji miktarı oldukça yüksektir ve karbon ayak izi sınırlı da olsa sentetik içerikten ötürü göz ardı edilemeyecek düzeydedir (Kibert, 2016; Çüçen & Solak, 2023). Ayrıca, VOC (uçucu organik bileşikler) salınımı nedeniyle hem çevre hem de insan sağlığı açısından risk oluşturma potansiyeli taşır. Yüzey geçirgenliği bulunmaması drenaj kapasitesini sınırlandırmakta, bu da kentsel ısı adası etkisini ve yüzeyde su birikimini artıran olumsuzluklara neden olmaktadır (Bribián, Capilla, & Usón, 2011).

Ekosistemle ve toprakla etkileşimi zayıf olan malzeme, aynı zamanda bitkisel gelişimi desteklememekte, doğa temelli çözümler açısından sınırlı bir kullanım sunmaktadır. Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik başlığı altında da yerel katılım, kimlik uyumu ve

geleneksel tekniklerle uyumluluk düzeyleri düşük kalmaktadır. Yalnızca düzgün yüzey yapısının sağladığı erişilebilirlik avantajı, genel olumsuz tabloyu dengelemeye yetmemektedir. Tüm bu veriler ışığında, sentetik reçineli dökme mozaik malzemesinin sürdürülebilirlik kriterleri bağlamında çevreye duyarlı ve doğa dostu tasarımlar için uygun bir yapı malzemesi olmadığı söylenebilir.

Beton/Süpürgeli Beton/Anolu Beton

Süpürgeli beton, yüzeyine çekme işlemiyle kazandırılan pürüzlü doku sayesinde kaymazlık ve yönlendirme özellikleriyle kent zeminlerinde güvenli kullanım sağlar. Düşük maliyetli olması ve yerinde döküm tekniğiyle üretilebilmesi sürdürülebilirlik açısından avantaj sunarken, geçirimsizliği ve bakım gereksinimi dezavantaj olarak değerlendirilebilir (Yılmaz, 2016). Bu çalışmada süpürgeli beton, teknik dayanımı ile çevresel ve kullanıcı odaklı kriterler ekseninde ele alınmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	70 MPa	Bu değer, malzemenin yüksek mekanik dayanım gösterdiğini ve kent parklarında ağır yüklere karşı uzun ömürlü olduğunu gösterir.	3
	Yoğunluk (kg/m³)	2600	Dayanıklılığı yüksek ancak geçirgenliği düşük malzemeleri temsil eder.	3
	Isı İletim	1.2 W/mK	Isıyı orta düzeyde iletir. Yüzey ısınmaları ve soğumalarında denge sağlar. Enerji verimliliği açısından orta seviyededir.	2
	Ses Yalıtımı (dB)	50 dB	Yüzeydeki akustik performans orta düzeydedir. Kentsel alanlar için yeterlidir fakat ses emici değildir.	2
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	%35	Düşük albedo, ısı birikimini artırabilir. Sıcak iklimlerde termal konforu azaltabilir.	3
	Bakım & Onarım	Orta düzey bakım	Orta düzey bakım gerektirir. Süpürgeli yüzeyde zamanla aşınma olabilir, ancak tamir edilebilir.	3

Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Sentetik polimer	Endüstriyel bileşen içerir. Doğal taş oranı düşük, çimento ve agrega esaslıdır.	3
	Üretim Enerjisi	Yüksek	Çimento içeriği nedeniyle üretimi sırasında enerji tüketimi yüksektir.	2
	Karbon Ayak İzi	Orta	Orta düzeyde CO_2 salımı içerir. Beton üretimi genel olarak karbon yoğun bir süreçtir.	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Kısmen	Kırılarak stabilize malzeme olarak kullanılabilir. Tamamen geri dönüşemez.	2
	Biyobozunma Potansiyeli	Düşük	Sentetik içerik nedeniyle biyolojik olarak çözünmez.	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Sınırlı	Beton üretim tesislerinin yaygınlığı sayesinde yerel temin mümkündür.	4
	Sağlık & Çevre Etkisi	VOC içerir	Toz salımı dışında çevresel zararı azdır. Yerinde döküm esnasında dikkat edilmelidir.	3
	Maliyet	Orta	Orta maliyetlidir. Büyük alanlar için maliyet etkin olabilir.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%20	%20 civarında – Kısmen doğal agregalar içerir.	3
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Düşük – Yüzey geçirimsizdir. Su geçişine izin vermez.	4
	Drenaj Kapasitesi	Yetersiz	Drenaj sistemiyle birlikte çalışması gerekir. Yüzey kendi başına yeterli değildir.	4
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Standart betona göre yüksek – Su emme düşük olduğu sürece dayanıklıdır.	3
	Tuz Direnci	Orta	Orta seviyede – Kentsel kullanımda yeterli.	3
	Asidik Yağmur	Orta	Asidik çözeltilere maruz kaldığında yüzeyde bozulma oluşabilir.	3
	Erozyon Direnci	Yüksek	Yüzey özellikleri sayesinde mekanik erozyona karşı dayanıklıdır.	3
	Yangın Direnci	Orta	Yanmaz – Beton yüksek ısıya dayanabilir.	4
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağır kütlesi nedeniyle yerinden oynamaz.	3
	Kimyasal Dayanım	Orta	Zayıf – Asidik ve bazik maddelere karşı hassastır.	3

Çizelge 4.8. Beton malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Düşük	Nötr – Ne olumlu ne olumsuz etki yaratır.	3
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Düşük – Bitki gelişimini desteklemez.	3
	Hava Kalitesine Etki	Orta	Toz emici değildir, dolayısıyla pasif kalır.	3
	Toprakla Etkileşim	Düşük	Yüzey geçirmezliği nedeniyle etkileşimi sınırlıdır.	3
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Orta	Modern uygulamalarda yaygın, geleneksel dokuya katkı sunmaz.	3
	Toplum Ruhuna Etkisi	Orta	Nötr etkide – estetik ve sosyal etkileşim sınırlı.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta	Sertliği nedeniyle düşme riskinde travmatik olabilir. Termal konfor düşük.	3
	Erişilebilirlik	Yüksek	Pürüzsüz zeminler için uygundur. Tekerlekli sandalye erişimine uygundur.	3
	Yerel Katılım	Düşük	Endüstriyel üretim yapıldığından yerel emek katkısı sınırlıdır.	3
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Düşük	Modern bir malzeme olması nedeniyle geleneksel mimariye uymaz.	3
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**2.97**

Beton, mekanik ve fiziksel performans açısından yüksek basınç dayanımı (70 MPa) ve yoğunluğu (2600 kg/m³) sayesinde kent parklarında yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesidir. Bu özellikleriyle ağır yüklere karşı uzun ömürlü çözümler sunsa da, ısı iletimi (1.2 W/mK) ve ses yalıtımı (50 dB) değerleri yalnızca orta düzeydedir. Düşük albedo oranı (%35) ise yüzey ısınmasına neden olarak özellikle sıcak iklimlerde kullanıcı konforunu azaltabilir. Mekanik ve fiziksel özellikler açısından beton 3.0 ortalamayla "orta-üst düzey" bir performans göstermektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik bakımından beton, yüksek üretim enerjisi ve sentetik içeriği nedeniyle dikkat çekmektedir. Çimento esaslı üretimi karbon salımını artırmakta; biyobozunmaz yapısı da doğayla bütünleşmesini engellemektedir. Her ne kadar yerel üretim olanakları güçlü (puan: 4) ve maliyeti nispeten düşük (puan: 3) olsa da geri dönüştürülebilirlik düzeyi kısıtlıdır. Sağlık ve çevre açısından ise VOC salımı açısından

orta düzey bir risk taşımaktadır. Bu başlık altında betonun puanı 3.13'tür ve çevresel açıdan sınırda bir kabul görmektedir (Bribián ve ark., 2011).

Su yönetimi ve dirençlilik açısından betonun düşük geçirgenlik değeri ve yetersiz drenaj kapasitesi ciddi bir sorundur. Donma-çözülme, yangın ve rüzgar direnci gibi dayanım kriterlerinde başarılı olsa da tuzlu ve asidik ortamlarda yüzey bozulmaları gözlemlenebilir. Bu başlık altında elde edilen 3.06'lık ortalama, betonun dirençlilik konusunda avantajlı, ancak su geçirimsizliği nedeniyle sürdürülebilirliğini kısıtlayan bir malzeme olduğunu göstermektedir (Meyer, 2009).

Peyzaj uygunluğu ve ekolojik katkılar başlığında beton, nötr veya düşük düzeyde değerlere sahiptir. Bitkisel etkileşim düzeyi düşük, hava kalitesine etkisi pasif, toprakla etkileşimi ise yüzey geçirimsizliği nedeniyle sınırlıdır. Ekosistemle yapıcı bir etkileşim sunmayan beton, bu başlıkta 3.0 ortalama skorla yalnızca temel düzeyde bir uyumluluk göstermektedir.

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik boyutunda ise betonun modern uygulamalarla sınırlı uyum sağladığı, geleneksel tekniklere ve yerel kimlik unsurlarına katkısının zayıf olduğu görülmektedir. Toplum ruhuna etkisi, kullanıcı konforu ve yerel katılım potansiyeli sınırlı kalmaktadır. Erişilebilirlik konusunda pürüzsüz yüzeyi avantaj sağlasa da düşme riski yüksek yüzey sertliği önemli bir dezavantajdır. Bu başlık altındaki ortalama 3.0 olup, sosyal etkileşim ve yerel kültürle bağ kurma açısından betonun potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir (Van der Ryn & Cowan, 2007).

Sonuç olarak, 2.97'lik genel ortalama skor, betonun sürdürülebilirlik açısından "orta düzeyde kabul edilebilir" bir malzeme olduğunu göstermektedir. Günümüzde, özellikle geçirgen beton gibi alternatiflerin geliştirilmesiyle bu malzemenin bazı zayıf yönleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Ancak geçirgen türler yalnızca belirli yüzey uygulamalarında kullanılmakta, genelleştirilmiş bir çözüm sunmamaktadır. Bu nedenle betonun sürdürülebilirlik potansiyeli sınırlı kalmakta, peyzaj tasarımında daha çevreci ve doğa dostu alternatiflerin tercih edilmesi önerilmektedir.

Taban Tuğla

Taban tuğla, kil temelli yapısıyla doğaya daha yakın bir malzeme profili sunmakta; geçirgenlik, ısı dengesi ve estetik bütünlük gibi yönleriyle peyzaj alanlarında dikkat çeken bir kaplama türü olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4.9). Özellikle tarihi dokularla uyumu, yerel üretime dayalı yapısı ve yüksek geri dönüştürülebilirlik potansiyeli, onu sürdürülebilirlik açısından değerli kılmaktadır (Erdinç, 2019; Gültekin, 2021). Bu bağlamda, çalışmada taban tuğla, geleneksel malzeme bilgisiyle çağdaş sürdürülebilirlik ilkeleri arasında bir köprü olarak ele alınmıştır (Çizelge 4.9).



Şekil 4.9. Taban tuğla döşeme uygulaması (Url-53)

Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	35 MPa	>30 MPa, orta dayanım seviyesi	3
	Yoğunluk (kg/m³)	2600	Orta yoğunluklu kil esaslı yapı malzemesi	3
	Isı İletim	0.65 W/mK	Orta düzeyde ısı iletimi	3
	Ses Yalıtımı (dB)	45 dB	Kentsel açık alanlarda ortalama ses yalıtımı	3
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.35	Düşük yansıtma, ısı birikimi riski	2
	Bakım & Onarım	Düşük bakım	Düşük bakım gereksinimi, uzun ömürlü	4

Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal Kil	Doğal kil temelli, yenilenebilir kaynak	5
	Üretim Enerjisi	Orta	Fırınlama gerektirdiğinden orta düzey enerji tüketimi	3
	Karbon Ayak İzi	Orta	Yüksek değil ancak üretim sürecine bağlı karbon salımı var	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Var	Kırılarak yeniden kullanılabilir	4
	Biyobozunma Potansiyeli	Yok	Biyobozunmaz, ancak kimyasal salımı düşüktür	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Türkiye'de yaygın, yerli üretimle temin edilebilir	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Zararsız	Doğal bileşenler, toksik içermez	4
	Maliyet	Düşük	Ekonomik ve yaygın kullanılan bir malzeme	4
	Doğal Hammadde Oranı	Yüksek	Tamamen doğal kil esaslı	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Yarı Geçirgen	Derz aralıklarıyla yarı geçirgen	3
	Drenaj Kapasitesi	Orta	Kısmen geçirgen, yüzeyde su birikmez	3
	Donma-Çözülme Direnci	Orta	Orta iklimlerde yeterli dayanım sağlar	3
	Tuz Direnci	Düşük	Tuzlu alanlarda uzun ömürlü değildir	2
	Asidik Yağmur	Düşük	Asitli ortamda yüzey aşınmaları olabilir	2
	Erozyon Direnci	Orta	Sabit kullanıldığında orta direnç	3
	Yangın Direnci	Yüksek	Yüksek yangın dayanımı, pişirilmiş kil	5
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağır ve yere sabitlenen yapı, rüzgara dayanıklıdır.	4
	Kimyasal Dayanım	Orta	Nötr maddelere karşı orta direnç	3
Peyzaj Uygunluğu ve	Ekosistemle Uyum	Yüksek	Doğal renkliliğiyle görsel uyum sağlar	4
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Orta	Bitki gelişimini ne destekler ne engeller	3
	Hava Kalitesine Etki	Zararsız	Tozuma yapmaz, VOC içermez	4
	Toprakla Etkileşim	Olumlu	Toprağa zarar vermez, geçirimsiz değildir	4

Çizelge 4.9. Taban tuğla malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	Tarihi dokularla bütünleşen geleneksel malzeme	5
	Toplum Ruhuna Etkisi	Yüksek	Sıcak doku, geçmişle bağ kurar	4
	Kullanıcı Konforu	Orta	Ayakta kullanımda orta düzey konfor	3
	Erişilebilirlik	Yüksek	Düz yüzeyli uygulama ile rahat erişim	4
	Yerel Katılım	Yüksek	Yerel atölyelerde üretimi teşvik eder	4
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Yüksek	Tarihi yapım teknikleriyle uyumlu	5
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.56**

Taban tuğla, 34 kriter üzerinden yapılan kapsamlı sürdürülebilirlik analizinde 3.56 puan alarak "yüksek sürdürülebilir" kategorisine girmiştir. Bu malzeme, özellikle çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal-kültürel uyum açısından güçlü bir performans sergilemektedir. Tamamen doğal kil esaslı olması sayesinde yüksek oranda yerel hammadde kullanımı sağlanmakta, bu durum karbon ayak izinin düşük tutulmasına ve bölgesel üretimin teşvik edilmesine olanak tanımaktadır (Çüçen & Solak, 2023). Üretiminde orta düzeyde enerji harcanmasına karşın, pişirilmiş kilin sunduğu yüksek yangın direnci ve düşük bakım ihtiyacı, uzun ömürlülük ve kaynak verimliliği açısından avantaj yaratmaktadır.

Ekolojik açıdan, geçirgenlik ve drenaj kapasitesi orta düzeyde olup, derz aralıkları aracılığıyla suyun kısmen sızmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca toprakla etkileşiminde zararlı bir etki göstermemesi ve VOC içermemesi, kent ekosistemine duyarlı bir tercih olduğunu göstermektedir (Bribián, Capilla, & Usón, 2011). Bitkisel etkileşim düzeyi ise nötr olarak değerlendirilmiş; yani doğrudan teşvik edici olmasa da doğal peyzaj öğeleriyle uyumlu bir yapı sunmaktadır.

Sosyal sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde; yerel kimlikle uyumu, geleneksel tekniklerle yüksek uyumluluk göstermesi ve yerel üretime olanak sağlaması, malzemenin kültürel sürekliliğe katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu özellikleri, toplum belleği ile ilişki kurma potansiyelini güçlendirir (Van der Ryn & Cowan, 2007). Ayrıca düşük maliyetli oluşu ve kolay erişilebilirliği ile kullanıcı konforu ve toplumsal katılım yönünden olumlu katkılar sunmaktadır.

Sonuç olarak taban tuğla hem doğal kaynak dostu olması hem de geleneksel yapım tekniklerine uygunluğu sayesinde, sürdürülebilir peyzaj tasarımlarında hem çevresel hem de sosyokültürel açıdan etkili ve dengeli bir yapı malzemesi olarak öne çıkmaktadır.

Kayrak Taş

Kayrak taşı, doğal formu, çatlaklı yapısı ve ince levha karakteri ile sert zeminlerde hem doğal bir görünüm hem de kaymaz yüzey sunmasıyla bilinir. Genellikle kır taş olarak döşeme amacıyla kullanılan kayrak, geçirimsiz yapısına rağmen yüzey erozyonuna karşı dirençli oluşuyla öne çıkar (Şengül, 2020). Bölgesel temin edilebilirliği, düşük işleme enerjisi ve doğal estetik potansiyeli, sürdürülebilirlik bağlamında tercih nedenidir (Şekil 4.10). Bu tez kapsamında kayrak taşı, özellikle meydan düzenlemeleri ve doğal geçiş alanlarındaki performansı yönüyle ele alınmıştır (Çizelge 4.10).



Şekil 4.10. Kayrak taş adım taşı uygulaması (Url-54) ve kayrak taş malzemesi (Url-55)

Çizelge 4.10. Kayrak taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel Özellikler	Basınç Dayanımı (MPa)	85 MPa	Yüksek; ağır yaya-araç yüküne dayanır.	4
	Yoğunluk (kg/m³)	2750 kg/m³	Yoğun; stabilite sağlar, ancak taşımada ağırdır.	4
	Isı İletim	2.0 W/mK	Görece yüksek; yüzey yazın ısınabilir.	2
	Ses Yalıtımı (dB)	40 dB	Orta; taş dokusu ses yansıtabilir.	3
	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.25	Koyu renk; ısı adası riskini artırır.	2
	Bakım & Onarım	Düşük	Pullanma az; yüzey yenilemesi seyrektir.	4
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal metamorfik kaya	Yenilenemez ama kimyasal katkı yok.	4
	Üretim Enerjisi	Orta	Blok kesim + el split; enerji ihtiyacı orta.	3
	Karbon Ayak İzi	Orta	Nakliye ve kesim kaynaklı CO_2 salımı.	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Yüksek	Kırılıp dolgu veya mozaik olarak kullanılır.	4
	Biyobozunma Potansiyeli	Yok	İnert; doğada çözünmez.	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Orta	Türkiye'de belli havzalarda (Tokat, Muğla).	3
	Sağlık & Çevre Etkisi	Zararsız	VOC içermez; ağır metal yok.	4
	Maliyet	Orta-Yüksek	Taş ocak + işçilik maliyeti.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%100	Katkısız doğal kaya.	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Düşük	Levha halinde geçirimsiz.	2
	Drenaj Kapasitesi	Düşük	Derz varsa sınırlı; yoksa su tutar.	2
	Donma-Çözülme Direnci	Yüksek	Yonga yapısı dolayısıyla yüksek direnç.	4
	Tuz Direnci	Orta	Kıyı alanlarında kenar aşınması görülebilir.	3
	Asidik Yağmur	Orta	Yüzeyde matlaşma yapabilir.	3
	Erozyon Direnci	Yüksek	Sert yapısı sayesinde aşınmaz.	4
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanmaz, ısıya kararlı.	5
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağır levhalar; uçma riski az.	4
	Kimyasal Dayanım	Orta	Asitlere karşı orta direnç.	3

Çizelge 4.10. Kayrak taş malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

Peyzaj Uygunluğu ve Ekolojik Katkılar	Ekosistemle Uyum	Orta	Doğal renk, ancak geçirimsiz.	3
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Düşük	Derzli uygulamada kök yapabilir.	3
	Hava Kalitesine Etki	Zararsız	Tozuma düşük; VOC yok.	4
	Toprakla Etkileşim	Nötr	Kimyasal sızıntı yok.	3
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Orta-Yüksek	Anadolu taş mimarisinde bilinir.	4
	Toplum Ruhuna Etkisi	Orta	Doğal ama soğuk görünümlü.	3
	Kullanıcı Konforu	Orta	Sert yüzey; termal rahatsızlık olabilir.	3
	Erişilebilirlik	Yüksek	Levha düzlüğü tekerlekli sandalye uyumlu.	4
	Yerel Katılım	Orta	Usta işçiliği gerektirir.	3
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Orta	Kuru serme/split geleneksel yöntemle uyumlu.	3
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.32**

Kayrak taşı, doğal metamorfik kökenli bir yapı malzemesi olarak özellikle estetik, dayanıklılık ve yerel mimariyle uyum gibi açılardan sürdürülebilir peyzaj uygulamalarında sıkça tercih edilmektedir. 34 kriter üzerinden yapılan kapsamlı analiz sonucunda 3.32 puan ile "orta düzey sürdürülebilir" kategorisinde yer almıştır. Bu durum, malzemenin hem avantajlı hem de sınırlayıcı yönlerinin bir arada bulunduğunu göstermektedir.

Mekanik ve fiziksel özellikler açısından bakıldığında, yüksek basınç dayanımı (85 MPa) ve yoğunluğu (2750 kg/m³) sayesinde hem yoğun yaya hem de araç trafiğine dayanıklı bir yapı sunmaktadır. Ancak, yüksek ısı iletkenliği (2.0 W/mK) ve düşük albedo değeri (0.25) nedeniyle yüzeyin yaz aylarında ısınması ve ısı adası etkisi oluşturması söz konusudur (Tufan & Özel, 2012). Bu durum, özellikle kullanıcı konforu ve kentsel mikro iklim açısından dikkat edilmesi gereken bir sınırlamadır.

Çevresel sürdürülebilirlik boyutunda, kayrak taşı %100 doğal içerikli ve zararsız (VOC içermeyen) bir malzeme olup, yüksek geri dönüştürülebilirlik özelliği ile dikkat çeker. Ancak, yerel temin edilebilirliği sınırlı olup yalnızca belirli havzalardan sağlanabilmesi ve işçilik gereksinimi nedeniyle orta-yüksek maliyetli bir seçenek hâline gelmektedir (Çüçen & Solak, 2023). Üretim sürecinde kimyasal katkı içermemesi çevre sağlığı açısından önemli bir avantaj sunarken, biyobozunmaz yapısı ise bertaraf sürecinde doğrudan çevresel katkı sağlamamasına neden olmaktadır.

Su yönetimi ve dirençlilik açısından ise kayrak taşının geçirgenliğinin düşük, drenaj kapasitesinin sınırlı olması yüzeyde su birikimi riskini artırmaktadır. Bununla birlikte, donma-çözülme ve yangın direncinin yüksek oluşu, uzun ömürlü dış mekân uygulamaları için avantaj sağlamaktadır (Eş, 2008). Erozyon ve rüzgar direnci de yüksek seviyede olduğundan, eğimli alanlarda veya açık alan peyzajlarında güvenilir bir çözüm sunmaktadır.

Peyzaj uygunluğu bakımından, kayrak taşı ekosistemle uyum açısından orta düzeyde olup, geçirimsiz yapısı nedeniyle toprak ve bitki etkileşimini sınırlamaktadır. Derzli uygulamalarda kök gelişimine alan tanınsa da bitkisel etkileşim düzeyi düşüktür. Ancak hava kalitesine zararlı etkisinin olmaması ve VOC salmaması bu malzemeyi kent sağlığı açısından değerli kılmaktadır (Güven, 2014).

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik açısından, Anadolu taş mimarisinde yerel kimlik ve geleneksel tekniklerle uyum gösteren bir malzeme olarak öne çıkar. Tekerlekli sandalye erişimine uygun yüzey düzlüğü sayesinde erişilebilirlik yüksek olup, kamusal kullanımlarda kapsayıcılık sunmaktadır. Ancak yüzey sertliği ve termal konforsuzluk gibi nedenlerle kullanıcı konforu sınırlı kalmaktadır.

Sonuç olarak, kayrak taşı, doğal kaynaklı ve yerel mimariyle bütünleşebilen bir yapı malzemesi olarak orta düzeyde sürdürülebilir bir seçenek sunmaktadır. Özellikle uzun ömür, düşük bakım gereksinimi ve yangın-dayanımı gibi yönleriyle öne çıkarken,

geçirimsizlik, termal rahatsızlık ve sınırlı biyolojik etkileşim gibi yönleriyle dikkatli tasarlanmalıdır.

Traverten

Traverten, gözenekli yapısı, açık renkli yüzeyi ve doğal soğutma kapasitesi ile sıcak iklimlerde yaygın olarak tercih edilen bir yapı malzemesidir. Çevresel sürdürülebilirlik açısından, düşük ısı tutma kapasitesi ve yerli temin avantajlarıyla öne çıkmaktadır (Şekil 4.11). Bununla birlikte, suyla temas halinde yüzey erozyonuna açık olması ve düzenli bakım gereksinimi, teknik performans açısından değerlendirme gerektirir (Çelik, 2017; TMMOB Mimarlar Odası, 2019). Bu çalışma kapsamında traverten, özellikle sıcak kent iklimlerinde zemin kaplamalarında sunduğu avantajlar çerçevesinde analiz edilmiştir (Çizelge 4.11).



Şekil 4.11. Traverten zemin döşemesi (Url-56) ve traverten malzeme (Url-57)

Çizelge 4.11. Traverten malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu

	Kriter	**Teknik Değer**	**Açıklama**	**Puan**
Mekanik ve Fiziksel	Basınç Dayanımı (MPa)	55 MPa	Orta-yüksek; yaya yolu için yeterli.	3
	Yoğunluk (kg/m³)	2400 kg/m³	Gözenekli karbonat kaya.	3
	Isı İletim	1.3 W/mK	Orta; termal kütle etkisi.	3
	Ses Yalıtımı (dB)	35 dB	Gözenekli yapı ses emmez.	2

Çizelge 4.11. Traverten malzemenin 34 kriterli değerlendirme tablosu (devam)

	Işık Yansıtma Oranı (Albedo)	0.55	Açık renk; ısı adası riskini düşürür.	4
	Bakım & Onarım	Orta	Gözenek tıkanması ve leke riski.	3
Çevresel Sürdürülebilirlik	Kaynak Türü	Doğal karbonat kaya	Yenilenemez ama kimyasal katkı yok.	4
	Üretim Enerjisi	Orta	Kesme + dolgu reçinesi işlemli.	3
	Karbon Ayak İzi	Orta	Nakliye + kesim CO_2'si.	3
	Geri Dönüştürülebilirlik	Orta	Kırılıp dolgu yapılabilir.	3
	Biyobozunma Potansiyeli	Yok	İnert mineraldir.	2
	Yerel Temin Edilebilirlik	Yüksek	Denizli, Sivas vb. ocaklar yaygın.	5
	Sağlık & Çevre Etkisi	Zararsız	VOC yok, radon düşük.	4
	Maliyet	Orta	Cilalı ise maliyet artar.	3
	Doğal Hammadde Oranı	%100	Saf karbonat kaya.	5
Su Yönetimi ve Dirençlilik	Geçirgenlik	Orta	Gözenekler suyu tutabilir.	3
	Drenaj Kapasitesi	Orta	Derz ve gözenekten kısmi sızma.	3
	Donma-Çözülme Direnci	Orta	Gözenek su tutarsa çatlayabilir.	3
	Tuz Direnci	Düşük	Tuz kristali yüzeyi aşındırır.	2
	Asidik Yağmur	Düşük	Asit karbonatı çözer, yüzey matlaşır.	2
	Erozyon Direnci	Orta	Yüzey cilası aşınabilir.	3
	Yangın Direnci	Yüksek	Yanmaz, ısıya kararlı.	5
	Rüzgar Direnci	Yüksek	Ağırlığı sabitlik sağlar.	4
	Kimyasal Dayanım	Düşük-Orta	Asitlere hassas, bazlara toleranslı.	3
Peyzaj ve Uygunluğu	Ekosistemle Uyum	Yüksek	Doğal açık renk, tarihi doku.	4
	Bitkisel Etkileşim Düzeyi	Orta	Gözenekli yapı kök tutabilir.	3
	Hava Kalitesine Etki	Zararsız	Tozuma düşük, VOC yok.	4
	Toprakla Etkileşim	Orta	Kalsiyum sızıntısı pH'ı yükseltebilir.	3
Sosyal ve Kültürel Sürdürülebilirlik	Yerel Kimlikle Uyum	Yüksek	Pamukkale traverten mirası.	5
	Toplum Ruhuna Etkisi	Yüksek	Tarihi yapılarda estetik bağ.	4
	Kullanıcı Konforu	Orta	Gözenekli yüzey kaymaz ama sert.	3
	Erişilebilirlik	Yüksek	Kesme levha düzlüğü erişilebilir.	4
	Yerel Katılım	Orta	Ocak işletmesi bölgesel istihdam.	3
	Geleneksel Tekniklere Uygunluk	Yüksek	Roma-Selçuklu yapı geleneğiyle uyumlu.	4
Ortalama Sürdürülebilirlik Değeri				**3.38**

Traverten taşı, doğal karbonat temelli yapısı, açık renk tonları ve tarihi referanslarıyla peyzaj mimarlığında hem estetik hem de kültürel bir derinlik sunan yapı malzemelerinden biridir. 34 kriter üzerinden yapılan kapsamlı analizde 3.38 ortalama puan alarak "orta düzey sürdürülebilir" ile "yüksek sürdürülebilir" sınırında yer almıştır. Bu puan, travertenin doğal kaynak kökenli, estetik uyumu yüksek ancak çevresel direnç açısından sınırlı bazı yönlerinin dengeli bir toplamıdır.

Mekanik ve fiziksel özellikleri açısından traverten, 55 MPa'lık basınç dayanımı ve 2400 kg/m³ yoğunluğu ile yaya trafiği için yeterli mukavemeti sağlarken, gözenekli yapısı nedeniyle ses yalıtımı sınırlı kalmakta ve dış çevre koşullarında gözenek tıkanması veya yüzey lekelenmesi riski barındırmaktadır. Buna karşılık, 0.55 albedo değeri sayesinde ısı adası etkisini azaltmakta, böylece özellikle sıcak bölgelerde kentsel konforu destekleyici rol üstlenmektedir (Tufan & Özel, 2012).

Çevresel sürdürülebilirlik bağlamında travertenin en önemli avantajı, %100 doğal içerikli olması ve VOC içermemesi nedeniyle insan sağlığına zarar vermeyen bir malzeme oluşudur. Yerel temin edilebilirliği oldukça yüksektir; Denizli, Sivas gibi bölgelerde yaygın olarak çıkarılmakta ve bölgesel ekonomiye katkı sunmaktadır (Çüçen & Solak, 2023). Ancak biyobozunma potansiyelinin olmaması ve karbon salımı yüksek kesim işlemleri nedeniyle karbon ayak izi bakımından çevresel yük taşımaktadır. Ayrıca, gözenekli yapısının asidik yağmurlara ve tuz kristallerine karşı hassasiyeti nedeniyle uzun vadeli yüzey performansı sınırlı olabilir.

Su yönetimi ve dirençlilik açısından traverten, orta düzey geçirgenliğe sahip olmasıyla sınırlı bir su emme ve sızdırma kapasitesi sunar. Derzli uygulamalarda drenajı destekleyebilse de su tutma potansiyeli donma-çözülme döngülerinde çatlama riskini beraberinde getirir. Bununla birlikte yangına ve rüzgâra karşı yüksek direnci, özellikle kamusal alanlarda güvenlik açısından önemli bir avantaj sunmaktadır (Eş, 2008).
Peyzaj uygunluğu ve ekolojik katkılar başlığında, travertenin açık renkli ve doğal yüzeyi, ekosistemle görsel uyum sağlamasına yardımcı olurken, gözenekli yapısı da bitkisel köklenmeyi kısmen desteklemektedir. Ancak toprakla etkileşimde pH yükseltici etkisi

göz önünde bulundurulmalı, hassas bitki türleri ile doğrudan temas sınırlanmalıdır (Güven, 2014).

Sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik düzeyinde traverten, yerel kimlik ve kültürel mirasla kurduğu güçlü bağ sayesinde dikkat çekmektedir. Pamukkale örneğiyle ulusal simgeleşme taşıyan bu taş, Roma ve Selçuklu mimarisinde de yoğun biçimde kullanılmıştır. Erişilebilirlik bakımından levha yüzeyi sayesinde kullanıcı dostudur, ancak gözenekli yüzeyin zamanla pürüzsüzleşmesi riskine karşı bakım planı gerekebilir. Sonuç olarak traverten, tarihsel referansı, estetik nitelikleri ve yerel temin avantajlarıyla öne çıkan ancak çevresel dayanım ve kimyasal direnç açısından dikkatli kullanım gerektiren bir doğal malzemedir. Sürdürülebilir peyzaj tasarımlarında uygun detay çözümleriyle kullanıldığında hem çevresel hem de kültürel sürdürülebilirliğe anlamlı katkılar sunabilir.

4.2. Parklara Göre Değerlendirme

Önceki bölümde her bir yapısal malzeme, 34 kriter üzerinden bağımsız olarak değerlendirilmiş ve sürdürülebilirlik düzeyi belirlenmiştir. Bu bölümde ise elde edilen malzeme verileri, park ölçeğinde bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Her parkta kullanılan malzemelerin kriterlere göre puanları bir araya getirilmiş; böylece her park için genel bir sürdürülebilirlik ortalaması oluşturulmuştur. Bu yöntem, parkların birbirleriyle karşılaştırılmasına olanak tanımakta ve her parkın sürdürülebilirlik açısından güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesini sağlamaktadır.

Parklara yönelik değerlendirmeler, sadece teknik performans ölçütlerini değil, çevresel uyum, yerel kaynak kullanımı ve kullanıcı konforu gibi çok boyutlu kriterleri de kapsamaktadır. Böylece her park için ortaya çıkan sonuçlar, tasarım kararlarının sürdürülebilirlik boyutlarını daha iyi anlamak için önemli bir referans noktası sunmaktadır. Aşağıda, her bir park için yapılan değerlendirmeler sırasıyla sunulmaktadır.

4.2.1. Kültürpark

İzmir'in Konak ilçesinde yer alan Kültürpark, 420.000 m²'lik yüzölçümüyle kentin en büyük ve en eski kamusal yeşil alanlarından biridir. 1936 yılında dönemin belediye başkanı Behçet Uz'un girişimi kentsel hafızayı yeniden inşa etmek amacıyla kurulmuştur. Park, İzmir Enternasyonal Fuarı'na ev sahipliği yaparak yalnızca rekreasyon alanı değil aynı zamanda kültürel, ekonomik ve sosyal bir merkez haline gelmiştir (İZFAŞ, t.y.).

Günümüzde Kültürpark; Atatürk Açıkhava Tiyatrosu, İsmet İnönü Sanat Merkezi, Celal Atik Spor Salonu, İzmir Sanat, Paraşüt Kulesi ve sergi salonları gibi çok sayıda yapıyı barındırmaktadır. Ayrıca 1.850 metrelik koşu parkuru, tenis kortları, yüzme havuzu, lunapark gibi sportif ve eğlenceye yönelik alanlar da kullanıcı profiline çeşitlilik katmaktadır.

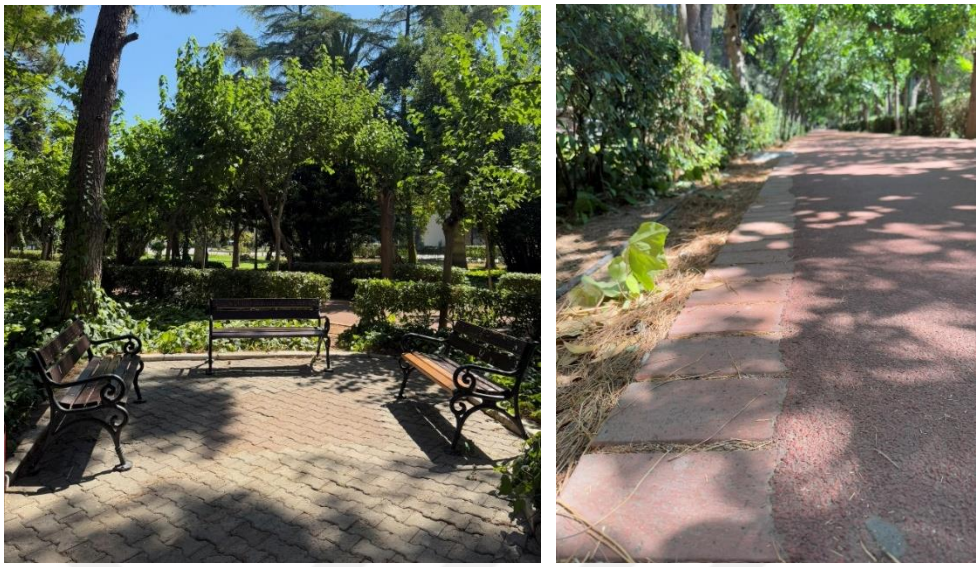
Kültürpark, hem tarihi bir belleği taşıması hem de aktif kamusal yaşamı desteklemesi yönüyle İzmir kent dokusunun önemli bir parçasıdır. Peyzaj açısından oldukça zengin bir bitki örtüsüne sahiptir; park genelinde 8.000'in üzerinde ağaç bulunmakta ve yaklaşık 200'e yakın farklı türde bitki yer almaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan ağaç künyeleme ve sigortalama çalışmaları, parkın ekolojik değerini korumaya yönelik önemli bir uygulama olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4.12) (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2024).



Şekil 4.12. Kültürpark (Url-58)

Kültürpark'ın peyzajında kullanılan yapısal malzemeler hem tarihî dokuyu koruma hem de kullanıcı konforunu sağlama hedefiyle çeşitlendirilmiştir. Alanın geçmişine referans veren Bergama granit küptaş gibi malzemeler, estetik sürekliliği sağlarken aynı zamanda uzun ömürlülük sunmaktadır.

Mıcır yüzey, geçirgenlik ve doğal drenaj kapasitesi sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunurken; ahşap, doğallığı ve ekosistemle uyumuyla öne çıkmaktadır. Öte yandan, beton, metal ve sentetik mozaik gibi daha az sürdürülebilir malzemeler, bazı alanlarda işlevsellik nedeniyle tercih edilmiştir (Şekil 4.13) (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Oturma birimleri ve taban tuğla bordürlü sentetik reçineli yol (Orijinal)



Şekil 4.14. Mıcır yüzey ve ahşap pergole (Orijinal)

Bu bağlamda parkta kullanılan malzemelerin nerelerde ve hangi ölçekte yer aldığını görmek, genel sürdürülebilirlik düzeyine etkilerini yorumlamak açısından önemlidir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kültürpark'ta kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları

Malzeme Adı	**Kullanım Yeri**	**Ortalama Puan**
Ahşap	Banklar, oturma birimleri,saksılar	3.82
Bergama Granit Küptaş	Ana yürüyüş yolları, meydanlar	3.47
Beton	Zemin kaplamaları, yürüyüş yolları	2.97
Kilit Taşı	Tali yollar, otopark geçişleri	3.03
Metal	Aydınlatma direkleri, çöp kutuları, bank ayakları	2.74
Mıcır Yüzey	İkincil yollar, yeşil alan kenarları	4.26
Sentetik Reçineli Mozaik	Yürüyüş yolu, bisiklet yolu	2.44
Taban Tuğla	Oyun alanı çevresi, yaya geçişleri	3.56
Genel Ortalama		**3.29**

Bu değerlendirme, Kültürpark'ta kullanılan yapısal malzemelerin her birinin daha önceden belirlenmiş beş ana sürdürülebilirlik başlığı (mekanik-fiziksel, çevresel, ekolojik, sosyal-kültürel ve dirençlilik) kapsamında, 34 alt kriter üzerinden analiz edilmesiyle elde edilen ortalama skorlarına dayanmaktadır. Bu nicel verilere dayanarak yapılan analiz, parkın genel sürdürülebilirlik seviyesini nesnel olarak ortaya koymaktadır.

Kültürpark'ta tercih edilen yapısal malzemeler, peyzaj tasarım kararlarının sürdürülebilirlik ilkeleriyle olan uyumunu ölçme açısından önemli bir gösterge sunmaktadır. Genel ortalama skor olan 3.29, parkın orta düzeyde sürdürülebilir bir yapıya sahip olduğuna işaret etmektedir. Bu bağlamda, seçilen malzemelerin çevresel, fiziksel ve sosyo-kültürel kriterler bakımından belirli bir denge sağladığı, ancak bazı alanlarda iyileştirilmeye açık yönler barındırdığı görülmektedir.

Zemin tasarımında sıklıkla kullanılan granit küptaş, kilit taşı, taban tuğla ve beton gibi malzemeler; uzun ömürlü ve dayanıklı olmaları nedeniyle işlevsellik açısından avantaj sağlasa da geçirimsizlik oranını artırarak su yönetimi, mikro iklim regülasyonu ve bitkisel etkileşim gibi açılardan sınırlılıklar yaratmaktadır (Şekil 4.15) (Bribián, Capilla & Usón, 2011).



Şekil 4.15. Beton yürüme yolu (Orijinal)

Öte yandan, mıcır yüzey (4.26) ve ahşap (3.82) gibi daha yüksek skorlu malzemelerin kullanımı, çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik bakımından olumlu bir katkı sağlamaktadır (Şekil 4.16). Mıcır, yüzey geçirgenliği sayesinde doğal drenajı desteklerken; ahşap ise yenilenebilir, karbon ayak izi düşük ve biyobozunur bir malzeme olarak öne çıkmaktadır (Kibert, 2016).



Şekil 4.16. Ahşap saksılar ve üst yüzeyi ahşap gabion oturma birimi (Orijinal)

Metal ve sentetik reçineli mozaik gibi malzemeler düşük skorlarıyla dikkat çekmekte; metal genellikle aydınlatma direkleri, bank ayakları ve çöp kutuları gibi donatı elemanlarında kullanılırken; sentetik mozaik, meydan ve zemin alanlarında yer almaktadır. Bu durum, yüksek yüzey kaplama alanlarında kullanılan düşük skorlu malzemelerin parkın genel sürdürülebilirlik ortalamasını anlamlı ölçüde etkilediğini göstermektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Sentetik reçineli yürüyüş yolu ve aydınlatma armatürü (Orijinal)

Bu doğrultuda, parkta kullanılan geçirimsiz beton ve sentetik mozaik yüzeylerin yerine daha sürdürülebilir alternatiflerin tercih edilmesi önerilebilir. Örneğin, zemin kaplamalarında yıkanmış beton gibi geçirgenliği artırılmış beton türleri tercih edilerek su yönetimi iyileştirilebilir. Ayrıca, yüksek karbon ayak izine sahip metal donatılar yerine, bambu panel veya doğal ahşap gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyomalzemeler önerilebilir. Bitkisel uyumu yüksek bu malzemeler hem karbon salımını azaltır hem de peyzajla bütünleşik bir estetik sağlar. Yine ahşap bank ve saksıların yerine, miselyum panel gibi biyobozunur ve çevre dostu malzeme türlerinin pilot uygulamaları değerlendirilebilir. Ancak miselyum gibi henüz dış mekân koşullarına yönelik dayanıklılığı sınırlı olan malzemelerin kullanımı, gölgeli veya yarı korunaklı alanlarla sınırlandırılmalı ve malzeme testleri doğrultusunda uygulanmalıdır.

Sonuç olarak, Kültürpark'ın yapısal malzeme bileşenleri tarihsel bağlamla birlikte sürdürülebilirliğe yaklaşımda bir dengenin kurulduğuna işaret etmektedir. Ancak daha geçirgen zemin kullanımı ve biyobozunur malzeme tercihleriyle bu denge daha da geliştirilebilir.

4.2.2. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı

İzmir'in Bornova ilçesinde yer alan Aşık Veysel Rekreasyon Alanı, 231.000 m²'lik geniş bir alana sahiptir ve 25 Eylül 2010 tarihinde İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete açılmıştır. Adını halk ozanı Aşık Veysel Şatıroğlu'ndan alan bu alan, kentin kültürel ve sosyal yaşamına önemli katkılar sunmakta, farklı yaş ve kullanıcı gruplarına hitap eden çok işlevli bir kamusal açık alan sunmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı (Url-59)

Rekreasyon alanı; 12.000 m²'lik olimpik buz pateni ve buz hokeyi salonu, 5.000 kişilik amfi tiyatro, 1.500 m²'lik yapay gölet, basketbol ve tenis sahaları, mini futbol sahası, yürüyüş yolları, bisiklet parkuru ve dinlenme terasları gibi çeşitli etkinlik alanları barındırmaktadır. Park ayrıca Aşık Veysel heykeli gibi sanatsal unsurlarla kültürel kimliğini de pekiştirmektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2010).

Yapısal peyzaj açısından, yürüyüş yollarında baskın olarak beton, bergama granit plaktaş, küptaş ve sentetik reçineli dökme mozaik tercih edilerek yer yer taban tuğlaya da yer verilmiştir (Şekil 4.19). Oturma elemanlarında ise ahşap ve metal bileşimleri kullanılarak hem estetik hem de dayanıklılık sağlanmıştır. Aydınlatma sistemi, enerji verimliliğine uygun LED tabanlı ürünlerle donatılmış, gece kullanımı da düşünülmüştür.



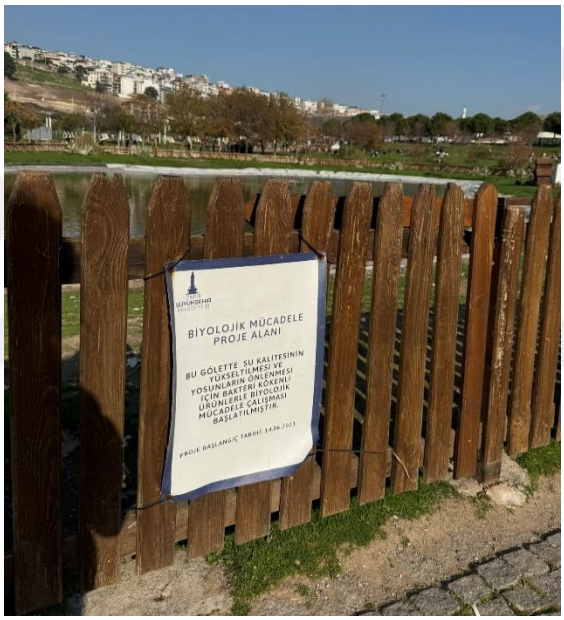
Şekil 4.19. Park içinde bulunan farklı zemin kaplamaları (Bergama granit küptaş, taban tuğla, sentetik reçineli dökme mozaik, bergama granit plak taş) (Orijinal)

Parkın içinde yer alan yapay gölet hem rekreasyonel estetik hem de su yönetimi açısından önem taşımaktadır. Göletin oluşturulmasında geçirimsiz zemin tabanı ve çevresel drenaj sistemleri uygulanmıştır. Alanın yağmur suyu drenajı, gölet etrafında oluşturulan geçirgen yüzeyler ve eğimli toprak profili ile yönlendirilmiş; bu durum yeraltı su seviyesinin korunmasına ve yüzey akışının kontrol altına alınmasına katkı sağlamaktadır (Şekil 4.20). Parkın içinde yer alan yapay gölet hem rekreasyonel estetik hem de su yönetimi açısından önem taşımaktadır. Göletin oluşturulmasında geçirimsiz zemin tabanı ve çevresel drenaj sistemleri uygulanmıştır. Alanın yağmur suyu drenajı, gölet etrafında oluşturulan geçirgen yüzeyler ve eğimli toprak profili ile yönlendirilmiş; bu durum yeraltı su seviyesinin korunmasına ve yüzey akışının kontrol altına alınmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, gölette kapalı devre dolaşım sistemi kullanılarak buharlaşma kaybı minimize edilmiş, su israfı önlenmiştir.



Şekil 4.20. Gölet çevresi geçirgen yüzeyler ile (mıcır) oluşturulan drenaj sistemi (Orijinal)

Bunlara ek olarak, gölette su kalitesini artırmak ve yosunlaşmayı önlemek amacıyla kökeni bakteriyel olan biyolojik ürünlerle müdahale gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.21). Bu uygulama, alanın yalnızca estetik değil, aynı zamanda biyolojik kontrol ve çevresel sağlık açısından da yönetildiğini gösterir. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı, İzmir'in kent yaşamı içerisinde spor, dinlenme ve açık hava etkinliklerine yönelik olarak düzenlenmiş önemli kentsel açık alanlardan biri olarak malzeme seçiminden su yönetimine kadar pek çok bileşen, alanın ekolojik ve işlevsel kalitesini desteklemektedir (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2010).



Şekil 4.21. Gölet biyolojik mücadele bilgilendirme tabelası (Orijinal)

Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda kullanılan yapısal malzemeler, alanın işlevsel çeşitliliğine ve kullanıcı profiline uygun olarak seçilmiştir. Yürüyüş yollarında yoğun olarak tercih edilen beton ve granit türevi taşlar, dayanıklılık ve süreklilik sağlamakla birlikte geçirimsizlik özellikleri nedeniyle su yönetimi açısından bazı sınırlılıklar yaratmaktadır. Öte yandan, ahşap donatı elemanları ve çocuk oyun alanlarındaki yumuşak geçiş bölgelerinde kullanılan doğal yüzeyler, çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu katkılar sunmaktadır. Aydınlatma ve bank ayakları gibi noktalarda kullanılan metal ise sınırlı alanlarda yer almakta ve daha çok estetik ve taşıyıcılık özellikleri ile öne çıkmaktadır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Metal ayaklı ahşap ve beton üzeri ahşap yüzeyli oturma birimleri (Orijinal)

Çizelge 4.13. Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları

Malzeme Adı	**Kullanım Yeri**	**Ortalama Puan**
Ahşap	Oturma elemanları, banklar, çocuk oyun alanı çevresi	3.82
Bergama Granit Küptaş	Yürüyüş yolları, meydan zonları	3.47
Bergama Granit Plaktaş	Sirkülasyon alanları	3.68
Beton	Yürüyüş yolları, sirkülasyon alanları	2.97
Metal	Aydınlatma direkleri, bank ayakları, çöp kutuları	2.74
Sentetik Reçineli Mozaik (Dökme)	Bisiklet yolu, çocuk oyun alanı, yürüyüş yolları	2.44
Taban Tuğla	Yürüyüş yolları, geçiş alanları	3.56
Genel Ortalama		**3.24**

Bu değerlendirme, Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nda kullanılan malzemelerin daha önce tanımlanmış beş sürdürülebilirlik başlığı altındaki (mekanik-fiziksel, çevresel, ekolojik, sosyal-kültürel ve dirençlilik) 34 kriter doğrultusunda analiz edilmesiyle elde edilen ortalama skorlar üzerinden yapılmaktadır. Alanın genel ortalaması 3.24 olup, bu değer orta düzeyde sürdürülebilirlik kategorisine karşılık gelmektedir (Çizelge 4.13).

Yüksek puanlı malzemeler arasında yer alan ahşap (3.82) ve Bergama granit plaktaş (3.68), estetik, doğal içerik ve çevresel etki bakımından olumlu değerlere sahiptir. Özellikle oturma birimlerinde ve belirli yüzey geçişlerinde tercih edilen ahşap hem kullanıcı konforunu hem de çevresel uyumu desteklemektedir. Benzer şekilde granit türevi malzemeler, uzun ömürlü olmaları ve yerel tedarik olasılıklarıyla karbon ayak izini sınırlı tutmaktadır.

Buna karşın, beton (2.97), metal (2.74) ve sentetik reçineli mozaik (2.44) gibi düşük puanlı malzemeler, sürdürülebilirlik hedeflerine sınırlı katkı sağlamaktadır. Bu malzemeler çoğunlukla geniş yüzeylerde ya da taşıyıcı elemanlarda kullanıldığından, parkın genel ortalamasını aşağı çekmiştir. Özellikle sentetik reçineli dökme mozaik gibi yüksek enerji gerektiren ve biyobozunur olmayan materyallerin, daha çevreci alternatiflerle değiştirilmesi önerilebilir.

Taban tuğla gibi geçirgen ve geleneksel malzemelerin (3.56), geçiş alanları ve yaya yollarında kullanımı ise estetik değerinin yanı sıra çevresel uyumu da desteklemektedir. Bu tür uygulamalar, yüzey drenajı ve ısı adası etkisinin azaltılması gibi sürdürülebilirlik göstergelerine katkı sağlamaktadır.

Aşık Veysel Rekreasyon Alanı, işlevsel çeşitliliği ve kullanıcı yoğunluğu yüksek bir açık alan olmasına karşın, kullanılan bazı yapısal malzemeler sürdürülebilirlik kriterleri bakımından belirli sınırlılıklar barındırmaktadır. Özellikle geniş yüzey kaplamalarında yer alan beton ve sentetik reçineli dökme mozaik, geçirimsizlik, ısı birikimi ve yüksek karbon ayak izi gibi çevresel olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu doğrultuda, parkın mevcut altyapısıyla uyumlu ve çevresel etkileri azaltmaya yönelik bazı malzeme önerileri geliştirilebilir.

Öncelikle, beton yüzeyler yerine yerel olarak temin edilebilen ve daha geçirgen bir yapıya sahip olan traverten plak taşların tercih edilmesi, estetik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu katkılar sağlayacaktır. Bununla birlikte, traverten malzeme uzun vadede

dış mekân koşullarında güneş ışığına bağlı renk solmaları ve yüzey aşınmaları yaşayabileceğinden, uygulama öncesinde uygun yüzey koruma işlemlerinin yapılması ve periyodik bakımının sağlanması gereklidir. Benzer şekilde, biyobozunur olmayan sentetik mozaik kaplamalar yerine, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ve kaymaz yüzey özelliği taşıyan bambu esaslı kompozit deck paneller önerilmektedir. Bu paneller, özellikle çocuk oyun alanları ve bisiklet yolları gibi güvenlik ve konforun öncelikli olduğu alanlarda etkili bir alternatif sunar.

Ayrıca, geçirgen yüzey oranının artırılması amacıyla, taban tuğla gibi yerel ve geleneksel malzemelerin kullanım sıklığı artırılabilir. Bu tür malzemeler, yüzey drenajını destekleyerek hem mikro iklim regülasyonuna katkı sunmakta hem de ısı adası etkisini azaltmaktadır. Gölgelik sistemleri gibi donatı elemanlarında ise geleneksel metal strüktürler yerine sürdürülebilir ormancılıkla üretilmiş ahşap elemanlar veya bambu temelli hafif konstrüksiyonlar kullanılabilir.

Bu öneriler, yalnızca estetik iyileştirme sağlamamakta; aynı zamanda çevresel etkilerin azaltılması ve sosyal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi açısından somut ve uygulanabilir malzeme stratejileri ortaya koymaktadır. Her biri, parkın mevcut tasarımıyla uyum içinde olacak şekilde seçilmiş ve alanın genel sürdürülebilirlik performansını artırmaya yönelik olarak geliştirilmiştir.

Sonuç olarak, Aşık Veysel Rekreasyon Alanı'nın malzeme paleti hem işlevsellik hem de sürdürülebilirlik açısından dengeli bir yaklaşım sunmaktadır. Ancak, çevresel etkisi yüksek olan malzemelerin kullanım oranı düşürülerek ve geçirgen yüzeyler artırılarak bu denge daha ileri taşınabilir.

4.2.3. Halk Park

İzmir'in Karşıyaka ilçesinde, Mavişehir kıyı bandında konumlanan Halk Park, 2018 yılında İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından açılmış ve 100.000 m²'lik bir alana yayılmıştır (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2018). Park, kentsel dönüşüm projeleri kapsamında bölgeye kazandırılmış olup, çeşitli yaş ve kullanıcı gruplarına hitap eden çok işlevli bir kamusal açık alan olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.23) (Akıllı Şehirler Portalı, 2022).



Şekil 4.23. Halk Park (Url-60)

Parkta geniş yürüyüş yolları, çocuk oyun alanları, açık spor sahaları, oturma terasları ve kültürel etkinlik alanları bulunmaktadır. Tasarım, kullanıcıların hem aktif hem de pasif rekreasyon ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlanmıştır (Şekil 4.24). Özellikle kıyı hattına yakınlığı sayesinde doğal hava sirkülasyonu ve iklimsel konfor düzeyi yüksektir (Akıllı Şehirler Portalı, 2022).



Şekil 4.24. Çocuk oyun alanı ve oturma alanları (Orijinal)

Peyzaj tasarımında yerel bitki türleri ve çalı grupları tercih edilmiş, gölgelik sağlayan ağaçlar ve geniş çim alanlarıyla yeşil doku desteklenmiştir. Su öğeleri, küçük fıskiye sistemleri ve gölgeleme yapıları kullanıcı konforunu artıran unsurlardandır. Ayrıca park içinde kullanılan organik malç malzemeleri hem estetik hem de ekolojik işlevleriyle dikkat çekmektedir. Malç, toprak yüzeyinde buharlaşmayı azaltarak su tasarrufu sağlar, yabancı ot gelişimini baskılar ve bitki köklerinin sağlıklı gelişimine katkıda bulunur (Thompson & Sorvig, 2018). Bu tür uygulamalar, yüzey örtüsü seçiminde sürdürülebilirliğe duyarlı bir yaklaşımın benimsendiğini gösterir.

Yapısal malzeme kullanımı yönünden park genelinde yürüyüş yollarında sentetik reçineli mozaik kaplama, bergama granit plaktaş, bergama granit küptaş,bazalt küptaş tercih edilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Bergama granit plak taş ve bazalt küptaştan oluşan zemin tasarımı ve bergama granit plak taş sınırlı sentetik reçineli yol detayı (Orijinal)

Park içerisinde çocuk oyun alanlarında modüler oyun gruplarına yer verilmiş olup, bu gruplar farklı yaş gruplarının fiziksel ve zihinsel gelişim düzeylerine uygun olarak çeşitlendirilmiştir. Bu durum, parkın her yaştan çocuğa hitap etmesini sağlamakta ve ailelerin çocuklarıyla birlikte güvenli ve eğlenceli vakit geçirebilecekleri kapsayıcı bir kamusal mekân oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır (Şekil 4.26) (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Zemini doğal bırakılan ahşap malzemeli çocuk oyun alanı (Orijinal)



Şekil 4.27. Sentetik reçineli dökme mozaik zeminli çocuk oyun alanı (Orijinal)

Oturma elemanları, ahşap yüzeylerinden oluşan ve traverten taş ve ahşap birleşiminden oluşan farklı tiplere sahiptir. Bu bileşimler hem vandalizme karşı dayanıklılık hem de doğal malzeme estetiği sunar (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Farklı yapısal malzeme içeren oturma birimleri (Orijinal)

Bu malzeme seçimleri, sadece dayanıklılık ve fonksiyonellik değil, aynı zamanda çevresel etkilerin minimize edilmesi, yerel iklim koşullarına uyum ve bakım/onarım kolaylığı gibi sürdürülebilirlik kriterlerine göre de değerlendirilebilir.

Ayrıca parkın altyapısında, yağmur suyu yönetimi amacıyla geçirgen yüzeyler ve yüzey drenaj sistemleri uygulanmıştır. Bu sayede hem suyun yüzey akışı kontrol altına alınmakta hem de yer altı su kaynaklarının korunmasına katkı sağlanmaktadır. Tüm bu özellikler, parkın sadece görsel değil, ekolojik sürdürülebilirlik açısından da bilinçli bir tasarım anlayışıyla oluşturulduğunu göstermektedir (Akıllı Şehirler Portalı, 2022).

Sonuç olarak Halk Park, İzmir'in kentsel dokusu içinde önemli bir kamusal boşluk yaratan, kullanıcı odaklı, çevreyle uyumlu ve sürdürülebilirliği önceliklendiren nitelikli bir rekreasyon alanı olarak öne çıkmaktadır.

Halk Park'ta kullanılan yapısal malzemeler, parkın ulaşılabilir konumu, açık etkinlik alanları ve farklı kullanıcı profillerine hitap eden kent yaşamına entegre olmuş işlevsel bir yeşil alan olarak kullanıcılarına geniş rekreatif olanaklar sunmaktadır. Parkta kullanılan yapısal malzemeler; yaya konforu, estetik denge ve peyzajla uyum gibi ölçütlere göre çeşitlilik göstermekte, bu çeşitlilik sürdürülebilirlik açısından önemli bir değerlendirme alanı oluşturmaktadır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Halk Park'ta kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları

Malzeme Adı	**Kullanım Yeri**	**Ortalama Puan**
Ahşap	Oyun grupları, oturma birimleri	3.82
Bergama Granit Küptaş	Yürüyüş yolları	3.47
Bazalt Küptaş	Sert zemin düzenlemeleri	3.47
Bergama Granit Plaktaş	Ana yollar	2.97
Beton	Ana yollar	2.97
Metal	Bank ayakları, aydınlatma elemanları	2.74
Sentetik Reçineli Mozaik	Yürüyüş yolları, bisiklet yolu, oyun alanları	2.44
Traverten	Oturma birimleri	3.38
Genel Ortalama		**3.16**

Halk Park'ta kullanılan yapısal malzemelerin sürdürülebilirlik skorları, parkın çevresel, ekolojik ve kullanıcı odaklı tasarım ilkeleriyle bütünleşme düzeyini ortaya koymaktadır. Ortalama skor olan 3.16, parkın genel anlamda orta düzeyde sürdürülebilir bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu değer, bazı malzemelerin yüksek sürdürülebilirlik katkıları (örneğin: ahşap, traverten, bazalt küptaş) ile diğerlerinin daha sınırlı performansı (örneğin: beton, sentetik reçineli mozaik) arasında bir denge oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Ahşap gibi biyobozunur ve yerel kaynaklı malzemelerin oyun grupları ve oturma alanlarında kullanımı, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe doğrudan katkı sunmaktadır. Traverten gibi doğal taşlar ise hem estetik hem de uzun ömürlü yapısıyla olumlu bir sürdürülebilirlik profili sergilemektedir. Buna karşın, sentetik reçineli mozaik gibi düşük skorlu malzemelerin geniş yüzey kaplamalarında tercih edilmesi, parkın genel ortalamasını aşağı çekmektedir.

Halk Park'ta kullanılan mevcut malzemeler çoğunlukla dayanıklı ve estetik bakımdan uygun olmakla birlikte, sürdürülebilirlik kriterleri açısından bazı sınırlılıklar barındırmaktadır. Özellikle geniş yüzeylerde kullanılan sentetik reçineli dökme mozaik ve beton gibi malzemelerin, geçirimsizlik, yüksek üretim enerjisi ve düşük biyobozunurluk gibi nedenlerle çevresel etkileri artırdığı görülmektedir. Bu bağlamda, aşağıda önerilen malzemeler hem sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sunacak hem de parkın mevcut yapısıyla bütünleşebilecek niteliktedir.

Sentetik reçineli mozaik gibi geçirimsiz ve kimyasal içerikli zemin kaplamaları yerine, bambu esaslı kompozit deck paneller önerilmektedir. Bu malzeme; doğal kaynaklı, yenilenebilir bir içerik sunmasının yanı sıra, kaymaz yüzeyi ve UV dayanımı ile hem güvenlik hem de çevresel uygunluk açısından çocuk oyun alanları, bisiklet yolları ve yürüyüş yolları gibi kullanıcı yoğunluğu yüksek bölgeler için ideal bir alternatiftir.

Beton ve granit plak taş gibi sert, geçirimsiz zeminlerin bir kısmında ise biyobeton uygulamaları değerlendirilebilir. Biyobetonlar, bünyesindeki bakteriyel sistem sayesinde zamanla kendini onarabilme kapasitesine sahip olup, çatlakların kapatılması ve yüzey ömrünün artırılması açısından uzun vadede maliyet ve kaynak tasarrufu sağlar. Bu tür malzemeler, yüksek dayanım ve düşük bakım gereksinimi ile sürdürülebilirliğe teknik bir katkı sunar.

Yine geçirgen yüzeylerin oranının artırılması amacıyla, mevcut bazalt ve granit küptaş uygulamalarına kil içerikli geçirgen karo ya da kalker türevli doğal taşlar entegre edilebilir. Bu malzemeler, suyun toprakla buluşmasını kolaylaştırarak hem yağmur suyu yönetimini iyileştirir hem de kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına yardımcı olur.

Parkın gölgelik elemanlarında ise, geleneksel metal taşıyıcı sistemler yerine, geri dönüştürülmüş cam elyafı ve reçine karışımından üretilen kompozit paneller gibi daha çevreci çözümler tercih edilebilir. Bu tür kompozit malzemeler, hafiflikleri, yüksek UV direnci ve bakım gerektirmeyen yapıları sayesinde dış mekân uygulamalarına oldukça uygundur. Aynı zamanda estetik çeşitlilik sunmaları ve uzun ömürlü olmaları sayesinde kullanıcı konforunu artırırken, malzeme sürdürülebilirliğini de desteklemektedir. Ayrıca bu öneriler, parkın denizel iklim koşullarına dayanıklılık açısından daha sağlam performans göstermesine olanak tanır.

Sonuç olarak, Halk Park örneği; çeşitli yapısal malzemelerin sürdürülebilirlik kriterlerine göre seçilmesinin, genel tasarım başarısında belirleyici olduğunu göstermektedir. Gelecekteki uygulamalar için, geçirgen yüzeylerin artırılması, düşük karbon ayak izine sahip ve yerel kaynaklı malzemelerin önceliklendirilmesi, sürdürülebilirlik düzeyinin yükseltilmesine katkı sağlayacaktır.

4.2.4. Bayraklı Sahil Bandı -Turgut Özal Rekreasyon Alanı

İzmir'in Bayraklı ilçesinde konumlanan Turgut Özal Rekreasyon Alanı, kentin kuzey sahil şeridi üzerinde yer almakta olup hem kentsel dolaşımı destekleyen hem de rekreatif işlevleri barındıran lineer bir peyzaj alanı olarak dikkat çekmektedir. Bayraklı Belediyesi tarafından tasarlanan bu alan, kent yaşamının yoğun temposundan uzaklaşmak isteyen bireyler için çeşitli kamusal kullanım olanakları sunmaktadır.

Alan içerisinde yürüyüş yolları, bisiklet parkurları, çocuk oyun alanları, dinlenme noktaları ve seyir terasları gibi farklı kullanıcı gruplarına hitap eden çok işlevli donatılar yer almakta; bu donatılar, sosyal etkileşim ve açık alan kullanımını teşvik etmektedir.

Sahil boyunca uzanan yaya yolları ve oturma grupları sayesinde kullanıcıların doğayla etkileşim kurabilecekleri geçirgen bir kentsel kamusal alan örneği sunulmaktadır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Bayraklı Sahil Bandı -Turgut Özal Rekreasyon Alanı (Url-61)

Peyzaj tasarımında, yerel iklim koşullarına ve ekolojik dengeye uygun yerel bitki türleri tercih edilmiştir. Ağaçlandırma çalışmaları, estetik katkının yanı sıra mikroklima üzerinde olumlu etkiler yaratmakta, gölgeleme ve nem regülasyonu gibi pasif iklimlendirme işlevleri de sunmaktadır.

Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı'nda kullanılan yapısal malzemeler; alanın kıyı şeridindeki konumu, iklimsel koşullar ve farklı kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak belirlenmiştir. Sahil boyunca uzanan yürüyüş yolları, meydan düzenlemeleri ve bisiklet parkurları, başta Bergama granit küptaş ve kilit taş olmak üzere taş temelli zemin kaplamalar ile donatılmıştır. Bu malzemeler, yüksek dayanıklılık, düşük bakım gereksinimi ve estetik süreklilik açısından avantaj sunarken, yerel kaynaklardan temin edilmesi sayesinde projenin yerel sürdürülebilirlik hedeflerine de katkı sağlamaktadır.

Ahşap malzeme, sahil boyunca yer alan oturma alanları, seyir terası ve çocuk oyun birimlerinde hem doğal görünüm hem de kullanıcı konforu sunmak amacıyla kullanılmıştır. Ahşap yüzeylerin metal taşıyıcılarla birlikte kullanılması hem vandalizme karşı koruma hem de yapısal dayanıklılık açısından etkili bir çözüm olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Ahşap zeminli seyir terası ve beton üzeri ahşap kaplamalı oturma birimi (Orijinal)

Sert zemin düzenlemelerinde yer yer kullanılan kilit taşı, maliyet-etkin oluşu ve uygulama kolaylığı nedeniyle tercih edilmiştir; ancak geçirimsiz yapısı nedeniyle ekolojik sürdürülebilirlik puanı nispeten düşüktür. Beton yüzeyler ise, servis yolları, oturma

birimlerinde kullanılmış olup, teknik gereklilikleri karşılasa da çevresel etki açısından sınırlı bir performans sergilemektedir. Buna karşılık bergama granit küptaş geçirgenlikleri, uzun ömürlü yapıları ve yerel temin edilebilirlikleri sayesinde hem çevresel hem de teknik sürdürülebilirlik kriterleri açısından daha yüksek bir profil çizmektedir (Şekil 4.31). Bu malzemeler, yüzey suyu yönetimine katkıda bulunurken aynı zamanda bakım-onarım açısından da verimli seçenekler sunmaktadır.



Şekil 4.31. Bergama granit küp taş ve süpürgeli beton yürüyüş yolları (Orijinal)

Traverten, açık alanlarda yaya geçişlerine estetik katkı sunacak şekilde kullanılmıştır. Gözenekli yapısı sayesinde kısmi geçirgenlik sağlasa da çevresel koşullara duyarlılığı nedeniyle düzenli bakım gerektirmektedir. Metal elemanlar ise ağırlıklı olarak gölgeleme elemanı, bank ayakları ve aydınlatma direklerinde görülmektedir. Metalin uzun ömürlü olması avantaj sağlasa da üretim sürecindeki karbon ayak izi sürdürülebilirlik puanını olumsuz etkilemektedir (Şekil 4.32) (Çizelge 4.15).



Şekil 4.32. Traverten zemin kaplamalı yol ve metal gölgeleme elemanı (Orijinal)

Çizelge 4.15. Bayraklı Sahil Bandı -Turgut Özal Rekreasyon Alanı'nda kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları

Malzeme Adı	**Kullanım Yeri**	**Ortalama Puan**
Ahşap	Oturma alanları, oyun birimleri	3.82
Bergama Granit Küptaş	Yürüyüş yolları, meydan zeminleri	3.47
Bazalt Küptaş	Sert zemin düzenlemeleri	3.47
Beton	Servis yolları	2.97
Kilit Taşı	İkincil yaya yolları, ara bağlantı yüzeyleri	3.03
Metal	Aydınlatma direkleri, oturma birimleri iskeleti,gölgelikler	2.74
Traverten	Yürüyüş yolları	3.38
Genel Ortalama		**3.27**

Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı'nda kullanılan yapısal malzemelerin sürdürülebilirlik kriterlerine göre yapılan değerlendirmesi sonucunda genel ortalama puan 3.27 olarak belirlenmiştir. Bu değer, parkın orta–yüksek düzeyde sürdürülebilir bir malzeme tercihine sahip olduğunu göstermektedir.

Sahil bandında geniş ölçüde tercih edilen taş temelli zemin kaplamalar özellikle Bergama granit küptaş (3.47), bazalt küptaş (3.47) ve traverten (3.38) mekanik dayanım, uzun ömürlülük ve yerel temin imkânı gibi açılardan güçlü bir performans sergilemiştir. Bununla birlikte, geçirimsiz yapıları nedeniyle yağmur suyu yönetimi ve ekolojik geçirgenlik açısından daha sınırlı bir katkı sağlamışlardır.

Ahşap (3.82), parkta kullanılan en yüksek sürdürülebilirlik puanına sahip malzeme olarak öne çıkmaktadır. Oturma alanları, gölgelikler ve çocuk oyun alanlarında kullanılan ahşap; biyobozunma potansiyeli, yenilenebilir kaynak oluşu, karbon depolama kapasitesi ve kullanıcı konforu gibi unsurlar bakımından olumlu katkılar sunmaktadır.

Beton (2.97) ve metal (2.74), altyapı geçişleri, taşıyıcı sistemler ve aydınlatma gibi işlevsel gereklilikler nedeniyle projede yer almış; ancak yüksek üretim enerjisi ve karbon ayak izi, bu malzemelerin sürdürülebilirlik puanını görece düşük seviyede tutmuştur. Kilit taşı (3.03) ise modüler yapısı ve kolay bakım özellikleriyle işlevsel avantajlar sağlasa da geçirimsiz yüzeyi nedeniyle çevresel kriterlerde sınırlı bir performans sergilemiştir.

Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı'nda mevcut yapısal malzeme kullanımı genel anlamda dengeli bir sürdürülebilirlik profili sergilese de, özellikle geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu ve enerji yoğun üretim süreçlerine sahip malzemelerin kullanım oranı, çevresel açıdan bazı iyileştirme fırsatları sunmaktadır.

Bu kapsamda, kilit taş gibi geçirimsiz zeminler yerine, doğal drenajı destekleyen ve mikroplastik içermeyen biyobeton türleri önerilebilir. Biyobeton, içerdiği mikroorganizma katkıları sayesinde zamanla yüzey çatlaklarını onarabilen, bakım gereksinimini azaltan ve su geçirgenliğini artıran çevre dostu bir malzemedir.

Bu tür malzemeler hem yapısal dayanıklılık hem de ekolojik sürdürülebilirlik açısından daha bütüncül bir çözüm sunar.

Oturma gruplarında ve seyir alanlarında kullanılan geleneksel ahşap malzemeye ek olarak, bambu esaslı yüksek yoğunluklu kompozit paneller önerilebilir. Bu paneller, dış ortam koşullarına karşı yüksek direnç sergileyen, hızlı yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ve düşük karbon ayak izine sahip ürünlerdir. Bu sayede hem estetik hem de uzun ömürlü çözümlerle kullanıcı konforu artırılabilir.

Gölgelik sistemlerinde ise, ısı adası etkisini azaltacak biçimde açık renkli, albedo değeri yüksek ve geri dönüştürülmüş metal alaşımlar tercih edilebilir. Bu sayede malzemenin teknik dayanımı korunurken, çevresel etkisi azaltılmış olur.

Sonuç olarak, Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı, işlevsellik ve estetik bütünlük açısından dengeli bir malzeme paleti sunmaktadır. Ancak daha geçirgen yüzeyler, düşük karbon ayak izine sahip ürünler ve doğal drenajı destekleyen çözümler tercih edilerek, alandaki ekolojik sürdürülebilirlik düzeyi anlamlı biçimde geliştirilebilir.

4.2.5. Adalet ve Demokrasi Parkı

İzmir'in Balçova ilçesinde yer alan Adalet ve Demokrasi Parkı, 12 Eylül 1980 askeri darbesinde yaşamını yitiren demokrasi şehitlerinin anısını yaşatmak amacıyla İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından 2010 yılında hizmete açılmıştır. 56.000 m² büyüklüğündeki bu park, tematik niteliği ve toplumsal hafıza oluşturan yapısıyla kent içinde özgün bir kamusal alan örneği oluşturmaktadır (Balçova Belediyesi, 2010).

Park, anıt meydanı dışında çim alanlar, yürüyüş yolları, çocuk oyun alanları ve açık hava spor sahaları, oturma alanları gibi çok yönlü rekreasyon imkânlarıyla dikkat çeker. Yerleşim olarak Mustafa Kemal Sahil Bulvarı'na yakın bir konumda yer alsa da doğrudan sahil bandıyla fiziksel bir bağlantısı bulunmamaktadır. Buna karşın, kent dokusu içinde yoğun yapılaşmaya karşılık geniş ve açık bir boşluk sunarak mikroklima açısından olumlu etkiler yaratır (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Adalet ve Demokrasi Parkı (Orijinal)

Peyzaj tasarımı yerel ve kurakçıl bitki türlerinin kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu türler, su tüketimini azaltma, bakım ihtiyacını düşürme ve biyolojik çeşitliliği destekleme açısından sürdürülebilirlik hedefleriyle örtüşmektedir. Ayrıca çim alanlarda çevresel strese dayanıklı türler kullanılmış; ağaç gövdeleri çevresine yerleştirilen doğal malç uygulamaları ile toprak nemi korunmuş ve buharlaşma kaybı azaltılmıştır.

Yürüyüş yollarında kullanılan sentetik reçineli mozaik kaplama, kilit taşı, kayrak taşı,geçirimsiz ve kaymaz yüzeyiyle hem estetik hem de güvenlik sağlamaktadır (Şekil 4.34) (Şekil 4.35).



Şekil 4.34. Sentetik reçineli dökme mozaik kaplı yürüme yolları ve kilit taş malzemesi ile bağlantısı (Orijinal)



Şekil 4.35. Kayrak taş ve kilit taş kaplı yürüme yolları (Orijinal)

Oturma grupları beton üzeri ahşap ve metal ayaklı ahşap bank olarak farklı tiplerde kullanılmıştır. Bu kombinasyon hem vandalizme karşı dayanıklılık sağlamakta hem de doğal malzeme kullanımını teşvik etmektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Oturma birimleri (Orijinal)

Çocuk oyun alanlarında, zemin kaplaması olarak sentetik reçineli dökme mozaik kullanılmıştır. Bu malzeme, darbe emici yapısı ve yüzey sürekliliği sayesinde çocuk güvenliği açısından uygun bir çözüm sunmaktadır.

Oyun grupları ise büyük oranda ahşap malzemeden tasarlanmış olup, doğal görünümü ve çevreyle uyumu sayesinde hem estetik hem de sürdürülebilirlik açısından olumlu katkı sağlamaktadır. Ayrıca, alanda yer yer ahşap kaplama yüzeyler de kullanılarak doğal malzemelerin sıcak ve kullanıcı dostu karakterinden faydalanılmıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Sentetik reçineli dökme mozaik zeminli ahşap malzemeden oluşan oyun gruplu çocuk oyun alanı (Orijinal)

Tüm bu özellikleriyle Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı, yalnızca rekreasyonel bir alan değil, aynı zamanda sosyal adalet ve çevresel sürdürülebilirlik değerlerinin kent mekânında ifadesi olarak yorumlanabilecek bir peyzaj projesidir. Parkta tercih edilen yapısal malzemeler; estetik, işlevsellik, bakım ihtiyacı ve çevresel etkiler bakımından çeşitli düzeylerde performans sergilemektedir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları

Malzeme Adı	**Kullanım Yeri**	**Ortalama Puan**
Ahşap	Oyun alanı, oturma birimi	3.82
Beton	Yürüyüş yolları, ana yollar	2.97
Kayrak Taş	Sert zemin alanları, meydan	3.32
Kilit Taşı	Yürüyüş yolları, ara yollar	3.03

Çizelge 4.16. Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı'nda kullanılan yapısal malzeme türlerinin sürdürülebilirlik kriterlerine göre ortalama değerlendirme puanları (devam)

Metal	Bank ayakları, aydınlatma elemanları,çöp kutuları	2.74
Sentetik Reçineli Mozaik	Yürüyüş yolları, meydanlar	2.44
Traverten	Geçiş yolları, meydan kenarları	3.38
Genel Ortalama		**3.10**

Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı'nda kullanılan yapısal malzemelerin ortalama sürdürülebilirlik puanı 3.10 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, parkın genel anlamda orta düzeyde sürdürülebilir bir malzeme altyapısına sahip olduğunu göstermektedir. Ancak malzeme bazında incelendiğinde, sürdürülebilirlik katkısında önemli farklılıklar gözlemlenmektedir.

Parkta en yüksek puanı alan malzeme olan Ahşap (3.82), çocuk oyun alanları ve oturma gruplarında doğal estetik sunarken, karbon emisyonu düşük üretim süreci ve biyobozunur yapısıyla sürdürülebilirlik açısından öne çıkmaktadır. Aynı şekilde, Traverten (3.38) gibi doğal taşlar, uzun ömürlü oluşları, düşük bakım gereksinimleri ve yerel temin edilebilirlikleri nedeniyle olumlu değerlendirilmiştir. Bu malzemelerin özellikle sert zemin uygulamalarında kullanılması, estetik ile teknik performansın dengeli biçimde sağlandığını ortaya koymaktadır.

Buna karşın, Sentetik Reçineli Mozaik (2.30) gibi düşük puanlı malzemelerin geniş yüzey kaplamalarında tercih edilmesi, parkın genel sürdürülebilirlik ortalamasını düşürmektedir. Her ne kadar kaymaz ve estetik bir yüzey sunsa da geçirimsizliği ve kimyasal içerikli üretim süreci çevresel etkiler açısından sınırlayıcıdır. Beton (2.97) ve Metal (2.74) ise endüstriyel karakterleri nedeniyle yüksek karbon ayak izi ve enerji yoğun üretim süreçleriyle, orta ve düşük sürdürülebilirlik düzeyinde değerlendirilmiştir.

Kayrak Taş (3.32) gibi doğal zemin malzemeleri, sert zemin alanlarında kontrollü geçirgenlik ve doğal görünüm sağlamaktadır. Kilit Taş Parke (3.03) ise teknik

işlevselliğine karşın geçirimsizliği ve yüksek üretim enerjisi nedeniyle sınırlı katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı, bazı güçlü malzeme tercihlerine rağmen, geçirimsiz ve çevresel etkisi yüksek bazı yüzey kaplamalarının kullanımı nedeniyle tam anlamıyla sürdürülebilir bir profil çizememektedir. Gelecekte benzer projelerde geçirgen yüzeylerin artırılması, yerel ve doğa dostu malzemelere öncelik verilmesi ve kimyasal bileşen içeren malzemelerin kullanımının sınırlandırılması önerilebilir. Böylece hem çevresel sürdürülebilirlik hem de kullanıcı konforu daha üst seviyelere taşınabilir.

Parkta kullanılan bazı yapısal malzemeler, özellikle çevresel etkiler bakımından iyileştirme potansiyeli taşımaktadır. Sentetik reçineli dökme mozaik yüzeyler, düşük biyobozunma kapasitesi, geçirimsiz yapısı ve kimyasal içerikli üretim süreçleri nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından sınırlı bir performans sergilemektedir. Bu doğrultuda, darbe emici özelliğini koruyan ancak çevresel etkileri azaltılmış bir alternatif olarak, geri dönüştürülmüş EPDM içerikli kauçuk zemin kaplamaları önerilmektedir. Bu malzeme hem çocuk oyun alanlarında güvenlik sağlar hem de atık lastiklerin yeniden kullanımını destekleyerek döngüsel ekonomi ilkelerine katkıda bulunur.

Benzer şekilde, park genelinde kullanılan beton zeminler yerine, biyobeton gibi karbon emisyonunu azaltma kapasitesine sahip yenilikçi malzemeler tercih edilebilir. Biyobetonlar, özel mikroorganizma katkılarıyla zamanla yüzey çatlaklarını onarma özelliği taşımakta ve bu sayede hem bakım maliyetlerini azaltmakta hem de uzun ömürlü kullanım imkânı sunmaktadır.

Oturma gruplarında kullanılan ahşap malzeme, genel anlamda sürdürülebilir bir tercih olsa da, özellikle gölgelik sistemlerinde ve yoğun kullanıma maruz kalan alanlarda termal modifiye edilmiş yerli sert ağaçlar veya kompozit ahşap içeren paneller tercih edilebilir. Bu tür malzemeler, hem sürdürülebilir ormancılık ilkelerine uygun biçimde üretilmiş

olmalarıyla çevresel fayda sağlar hem de dış mekânda uzun süreli dayanım ve düşük bakım gereksinimi gibi avantajlar sunar.

Tüm bu öneriler, parkın mevcut estetik ve işlevsel yapısıyla uyumlu olacak şekilde seçilmiş olup; gelecekte gerçekleştirilecek bakım, yenileme ya da yeniden tasarım süreçlerinde malzeme sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik somut, uygulanabilir ve yerel bağlama duyarlı stratejiler sunmaktadır.

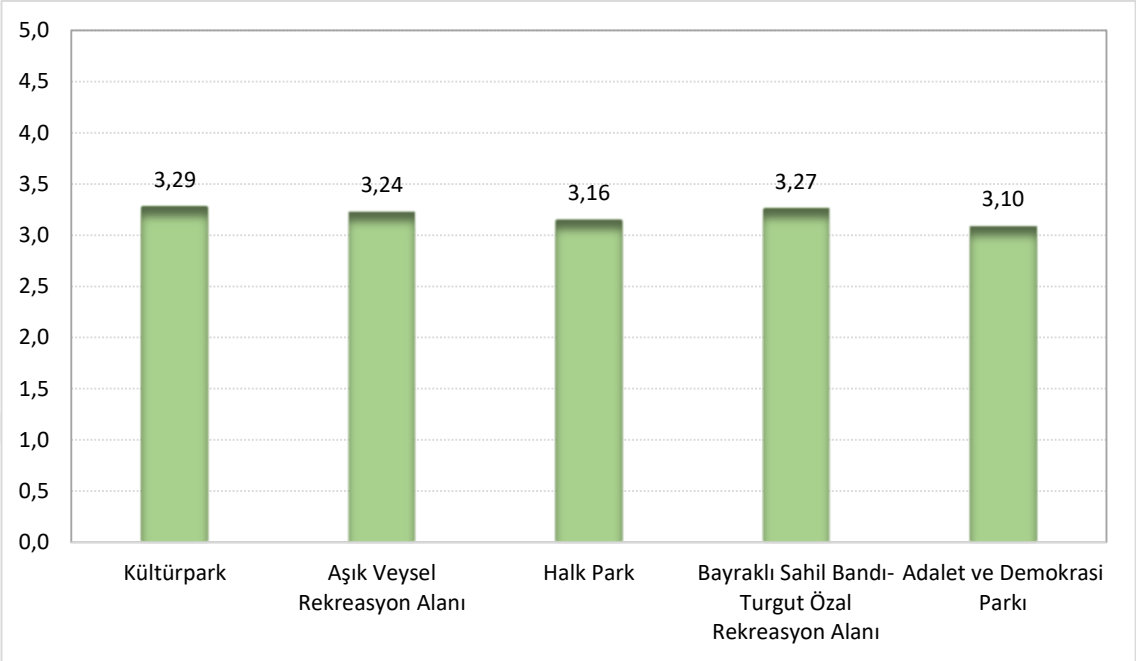
4.3. Parklara Göre Sürdürülebilirlik Değerlendirmesi

Bu alt bölümde, parklar göre değerlendirmeler genel bir tablo eşliğinde özetlenmekte ve sürdürülebilirlik puanlarının karşılaştırmalı sonuçları sunulmaktadır. Çalışma kapsamında analiz edilen beş kent parkında kullanılan yapısal malzemeler, sürdürülebilirlik kriterlerine göre çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Malzemeler; mekanik ve fiziksel özellikler, çevresel sürdürülebilirlik, su yönetimi ve dirençlilik, peyzajla uyum ve ekolojik katkılar ile sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik olmak üzere beş ana başlık altında ve toplam 34 alt kriter doğrultusunda analiz edilmiştir. Bu analizlerde 1–5 arası Likert ölçeği kullanılmış, her malzeme için ortalama puanlar hesaplanmış ve ardından parkların genel sürdürülebilirlik puanları elde edilmiştir. Aşağıda, her parkta kullanılan malzeme sayısı ve genel ortalama sürdürülebilirlik puanları sadeleştirilmiş biçimde sunulmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. İzmir kentindeki beş parkın sürdürülebilirlik kriterlerine göre karşılaştırmalı değerlendirme puanları

Park Adı	**Kullanılan Malzeme Sayısı**	**Ortalama Sürdürülebilirlik Puanı**
Kültürpark	8	3.29
Aşık Veysel Rekreasyon Alanı	7	3.24
Halk Park	8	3.16
Bayraklı Sahil Bandı – T. Özal Rekreasyon Alanı	7	3.27
Adalet ve Demokrasi Parkı	7	3.10

Sürdürülebilirlik puanlarının karşılaştırmalı dağılımı Şekil 4.38'de gösterilmektedir.



Şekil 4.38. İzmir kentinde analiz edilen beş parkın yapısal malzeme kriterlerine göre ortalama sürdürülebilirlik puanları

Yapılan değerlendirme sonucunda, Kültürpark 3.29 puanlık ortalama değeri ile bu çalışma kapsamında incelenen beş park arasında en yüksek sürdürülebilirlik düzeyine sahip uygulama olarak öne çıkmıştır. Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı ise 3.27 puanlık ortalama değeri ile ikinci sırada yer almaktadır. Bu yüksek puanlarda özellikle geçirgen zemin kaplamalarının kullanımı, yerel malzeme tercihleri ve ekolojik uyumu yüksek yapısal stratejiler belirleyici olmuştur.

Aşık Veysel Rekreasyon Alanı 3.24 puan ile üçüncü sırada, Halk Park 3.16 puan ile dördüncü sırada, Adalet ve Demokrasi Parkı ise 3.10 puan ile beşinci sırada yer almıştır. Ancak bu farklılıklar, parkların genel peyzaj kalitesi hakkında kesin bir yargı sunmaktan çok; yalnızca malzemelerin sürdürülebilirlik kriterleri kapsamında yapılan analize dayanmaktadır.

Analiz sürecinde öne çıkan bazı malzemeler, parkların sürdürülebilirlik düzeylerini doğrudan etkilemiştir. Örneğin, sentetik reçineli mozaik gibi malzemeler; biyobozunma potansiyeli, karbon ayak izi ve geri dönüşüm imkânı gibi çevresel kriterlerde düşük puanlar almıştır. Buna karşın bu malzemeler, yüksek mekanik dayanım, yüzey stabilitesi ve uzun ömürlü performans gibi teknik gerekçelerle belirli alanlarda tercih edilmiştir. Bu durum, malzeme seçiminde yalnızca çevresel etkilerin değil, aynı zamanda işlevsellik, bakım kolaylığı ve kullanıcı konforu gibi faktörlerin de önem taşıdığını göstermektedir.

Sonuç olarak, her ne kadar bu değerlendirme yalnızca İzmir'de yer alan beş kent parkı ile sınırlı tutulmuş olsa da geliştirilen analiz yöntemi; yapısal malzeme seçiminin sürdürülebilirlik üzerindeki çok boyutlu etkilerini ortaya koyma açısından güçlü bir araç işlevi görmektedir. Tez kapsamında geliştirilen bu değerlendirme yaklaşımı, farklı bağlamsal koşullarda da malzeme odaklı tasarım kararlarının çevresel, sosyal ve teknik sürdürülebilirlik üzerindeki belirleyici rolünü açık biçimde ortaya koymakta ve gelecekteki peyzaj tasarımı projeleri için yönlendirici bir çerçeve sunma potansiyeline sahiptir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Sürdürülebilir yapısal malzemeler, peyzaj mimarlığında yalnızca işlevsel ve estetik çözümler sunmakla kalmayıp, aynı zamanda kentsel ekosistemlerin korunması, kullanıcı konforunun artırılması ve toplumsal yaşam kalitesinin geliştirilmesi açısından da kritik rol oynamaktadır. Peyzaj alanları; iklim değişikliğine uyum, karbon salımlarının azaltılması, yağmur suyu yönetimi ve doğal kaynakların korunması için etkili mekânsal araçlar sunar. Bu nedenle, malzeme seçiminde sürdürülebilirlik ilkelerinin gözetilmesi yalnızca çevresel fayda sağlamaz, aynı zamanda sosyal ve kültürel sürekliliği de destekler. Kibert (2016), sürdürülebilir yapım yaklaşımlarını yaşam döngüsü bakış açısıyla ele alarak malzeme seçiminde teknik dayanım, enerji ve emisyon etkileri ile kullanıcı sağlığı ve toplumsal etkilerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu yaklaşım, bu tezde kullanılan 34 ölçütlü değerlendirme çerçevesinin “Mekanik ve Fiziksel Özellikler”, “Çevresel Sürdürülebilirlik” ve “Sosyal-Kültürel Sürdürülebilirlik” boyutlarıyla doğrudan örtüşmektedir. Thompson ve Sorvig (2018) ise peyzaj tasarımında kullanılan malzemelerin uzun vadeli ekolojik etkileri, ömrü uzatma, bakım yükü ve yerel kaynak kullanımı kriterleriyle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamış; bu çalışmada dayanıklılık ve bakım kriterlerinin öne çıkması da söz konusu görüşlerle paralellik göstermektedir.

Malzeme temelli değerlendirmeler, bu tez çalışmasının en önemli katkılarından birini oluşturmaktadır. Ahşap, 3.82 ortalama puanıyla çalışmada en yüksek sürdürülebilirlik değerine ulaşan malzemelerden biridir. Ahşabın güçlü çevresel performansı, doğal hammadde içeriği, düşük üretim enerjisi ve karbon tutucu özelliği sayesinde öne çıkmaktadır. Ancak yangın, asidik yağmur ve kimyasal etkilere karşı düşük direnci, dış mekân uygulamalarında koruyucu işlemleri zorunlu kılmaktadır. Buna rağmen, kültürel süreklilik ve kullanıcı konforu açısından sunduğu katkılar, onu sosyal-kültürel sürdürülebilirlik boyutunda en güçlü malzeme hâline getirmektedir. Bu sonuç, Van der Ryn ve Cowan’ın (2007) doğal malzemelerin toplumsal bağları güçlendirme yönündeki tespitleriyle de örtüşmektedir.

Bergama granit küptaş ve plaktaş ise yüksek basınç dayanımı (70–90 MPa) ve uzun ömürlü yapılarıyla mekanik performans açısından öne çıkmıştır. Yerel ocaklardan temin edilmeleri lojistik açıdan avantaj sağlarken, yüksek üretim enerjisi ve biyobozunmaz yapıları çevresel sürdürülebilirlik puanlarını düşürmüştür. Ortalama 3.47–3.68 aralığında değerlendirilen bu malzemeler, dayanıklılık ve uzun ömür sayesinde çevresel yüklerini telafi edebilse de geçirimsizlikleri nedeniyle su yönetiminde zayıf kalmaktadır. Bununla birlikte, yerel işçilikle ilişkileri ve geleneksel taş ustalığına olanak tanımaları, sosyal boyutta katkı sunmaktadır. Bu bulgu, taş ocaklarının çevresel yüklerine rağmen taşın kültürel süreklilik açısından önemli olduğuna işaret eden literatürle (Tüfekçi, 2015; Türktaş, 2021) paraleldir.

Kilit taş parke, 3.03 ortalama puanla orta düzey sürdürülebilirlik göstermiştir. Modüler yapısı sayesinde bakım ve onarım açısından avantajlı olmasına karşın geçirimsizliği ve düşük biyolojik etkileşimi nedeniyle çevresel kriterlerde sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte, erişilebilirlik ve kullanıcı konforu açısından yüksek puanlar alması, bu malzemenin özellikle kentsel yaya alanlarında işlevsel olmasını sağlamaktadır. Literatürde de (Çelik, Demir & Yılmaz, 2020) geri dönüştürülmüş beton agregaları ile üretildiğinde kilit taşın çevresel etkisinin azaltılabileceği vurgulanmaktadır; bu da çalışmadaki sonuçlarla örtüşmektedir.

Beton 2.97 ortalama puanla "orta düzeyde kabul edilebilir" kategorisinde yer almıştır. Yüksek basınç dayanımı ve ekonomik uygulanabilirliği nedeniyle kent parklarında en yaygın kullanılan malzemelerden biridir. Ancak yüksek karbon salımı, düşük geçirgenlik ve biyolojik uyum eksikliği, sürdürülebilirlik potansiyelini sınırlamaktadır. Özellikle geçirimsiz yapısı, yağmur suyu yönetiminde sorun yaratmakta ve kentsel ısı adası etkisini artırmaktadır (Meyer, 2009). Bu yönüyle beton, literatürde sıklıkla eleştirilen "yüksek çevresel maliyetli malzeme" kategorisine girmektedir (Bribián, Capilla & Usón, 2011).

Mıcır yüzeyler, 4.26 ortalama puanla çalışmada en yüksek sürdürülebilirlik skoruna ulaşmıştır. Bu malzemenin güçlü yönü, geçirgenliği ve ekolojik uyumudur. Yağmur suyu yönetimi ve bitkisel etkileşim açısından sunduğu katkılar, doğal peyzaj tasarımları için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ancak üretim sürecinde kırma ve eleme işlemleri nedeniyle enerji tüketimi oluşmakta, bu durum çevresel etkisini kısmen artırmaktadır. Yine de geri kullanılabilirliği ve düşük işlenmişlik düzeyi sayesinde malzemenin toplam sürdürülebilirlik performansı yüksek kalmaktadır. Ferguson'un (2005) geçirgen yüzeylerin yağmur suyu yönetimindeki rolüne ilişkin bulguları, çalışmadaki mıcır sonuçlarını desteklemektedir.

Metal malzemeler, 2.74 ortalama puanla en düşük değerlere sahip seçeneklerden biridir. Dayanım ve geri dönüştürülebilirlik açısından güçlü olmalarına karşın, yüksek üretim enerjisi ve karbon salımı çevresel sürdürülebilirliklerini ciddi biçimde sınırlamaktadır. Ayrıca, kullanıcı konforu açısından da termal iletkenlik sorunları yaratmakta ve ekolojik

uyum düzeyi düşük kalmaktadır. Ancak geri dönüşüm potansiyeli, metali döngüsel ekonomi içinde değerli kılmaktadır. Bu sonuç, Kibert'in (2016) "yüksek çevresel maliyet–yüksek geri dönüşüm" ikilemi olarak tanımladığı malzeme kategorisine doğrudan uymaktadır.

Traverten (3.38) ve taban tuğla (3.56), estetik uyum, yerel kimlik ve kültürel sürdürülebilirlik boyutunda öne çıkan malzemelerdir. Travertenin yüksek albedo değeri kentsel ısı adası etkisini azaltarak kullanıcı konforunu desteklerken; taban tuğla, düşük maliyeti, yerel üretime katkısı ve geleneksel tekniklerle uyumu sayesinde sürdürülebilirlik bağlamında önemli bir değer taşımaktadır. Her iki malzeme de özellikle tarihî ve kültürel bağlamlarda güçlü sonuçlar üretmiştir.

Kayrak taşı, 3.32 ortalama puanla "orta düzeyde sürdürülebilir" kategorisinde yer almıştır. Dayanıklılığı ve düşük bakım gereksinimi güçlü yönleridir; ancak geçirimsizlik, düşük albedo ve termal konforsuzluk gibi dezavantajlar nedeniyle kullanıcı deneyimini sınırlamaktadır. Bu sonuç, Şengül'ün (2020) kayrak taşının estetik değerini öne çıkarırken ekolojik uyumunu sınırlı bulmasıyla paralellik göstermektedir.

Park ölçeğinde yapılan değerlendirmeler de malzemelerin farklı bağlamlarda farklı performanslar sergilediğini ortaya koymuştur. Analiz sonuçlarına göre, Kültürpark (3.29) en yüksek ortalama sürdürülebilirlik puanına sahiptir. Bu sonuçta, özellikle mıcır yüzey (4.26) gibi geçirgen ve ekolojik katkısı yüksek malzemelerin kullanımı belirleyici olmuştur. Ayrıca taban tuğla (3.56) ve ahşap (3.82) gibi malzemeler de çevresel ve sosyal-kültürel boyutlarda güçlü katkılar sunmuştur. Buna karşın, beton (2.97) ve sentetik reçineli mozaik (2.44) gibi geçirimsiz ve enerji yoğun malzemeler, parkın potansiyelini sınırlamıştır. Dolayısıyla Kültürpark, yerel ve doğal malzemelerin ekolojik katkısıyla öne çıkarken, modern endüstriyel malzemelerin olumsuz etkilerini de barındırmaktadır. Bu durum, Thompson ve Sorvig'in (2018) uzun vadeli ekolojik etkiler ve bakım yükü konusundaki uyarılarını doğrular niteliktedir.

Aşık Veysel Rekreasyon Alanı (3.24) ise taban tuğla (3.56) ve ahşap (3.82) gibi yerel ve doğal malzemelerin güçlü katkılarına rağmen, özellikle sentetik reçineli mozaik (2.44) ve

metal (2.74) kullanımı nedeniyle ortalamanın sınırlı kalmasına neden olmuştur. Ahşap (3.82) kullanımının ekolojik uyum ve sosyal sürdürülebilirlik boyutunda sağladığı avantajlar parka olumlu yansımıştır. Ancak, geçirimsiz yüzeylerin fazlalığı nedeniyle özellikle yağmur suyu yönetimi açısından düşük performans dikkat çekmektedir. Bu bulgu, Gültekin ve Çelebi'nin (2022) yaşam döngüsü değerlendirmesinde vurguladığı üretim enerjisi ve karbon ayak izi kriterlerinin önemini bir kez daha göstermektedir.

Halk Park (3.16), genel ortalamada düşük performans sergileyen parklardan biridir. Ahşap (3.82) ve bazalt/granit küptaş (3.47) gibi dayanıklı ve ekolojik açıdan olumlu malzemeler güçlü katkılar sağlamış olsa da beton (2.97), metal (2.74) ve özellikle sentetik reçineli mozaik (2.44) kullanımı parkın ortalama değerini önemli ölçüde düşürmüştür. Ayrıca Bergama granit plaktaşın (2.97) düşük puanı, parkın zemin tasarımlarında geçirimsiz yüzeylerin yoğun kullanıldığını göstermektedir. Bu bağlamda Halk Park, sürdürülebilirlik kriterleri açısından "orta düzey" performansa sahip olsa da geçirimsiz ve enerji yoğun malzeme kullanımının ağırlıkta olması nedeniyle ekolojik katkısı sınırlı kalmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın (2020) raporunda belirtilen ekonomik ve lojistik kısıtların, yerel ölçekte malzeme tercihlerini olumsuz etkilediği İzmir örneklerinde de açıkça gözlemlenmiştir.

Bayraklı Sahil Bandı – Turgut Özal Rekreasyon Alanı (3.27), traverten (3.38) ve ahşap (3.82) gibi doğal malzemelerin sağladığı olumlu katkılar sayesinde güçlü bir denge yakalamıştır. Ayrıca bazalt ve granit küptaş (3.47) gibi dayanıklı taşların yoğun kullanımı, mekanik dayanım ve uzun ömür açısından avantaj sağlamıştır. Ancak kilit taş (3.03) ve beton (2.97) gibi geçirimsiz yüzeyler parkın sürdürülebilirlik potansiyelini sınırlamaktadır. Yine de geçirgen kaplamaların kullanımı ve kıyı ekosistemiyle uyumlu malzeme tercihleri bu parkı olumlu ayrıştırmaktadır. Bu durum, Yılmaz'ın (2024) kentsel ısı adası çalışmalarında vurguladığı geçirgen yüzeylerin iklim uyumundaki rolüyle doğrudan bağlantılıdır.

Balçova Adalet ve Demokrasi Parkı (3.10), incelenen parklar arasında en düşük ortalama sürdürülebilirlik performansına sahiptir. Kayrak taş (3.32) ve traverten (3.38) gibi doğal taşların güçlü katkıları olmasına rağmen, kilit taş (3.03), sentetik reçineli mozaik (2.44) ve metal (2.74) malzemelerin yoğun kullanımı parkın genel ortalamasını düşürmüştür. Ayrıca betonun (2.97) geçirimsizliği de ekolojik uyumu sınırlamaktadır. Bu tablo, parkın özellikle "çevresel sürdürülebilirlik" kriterlerinde düşük performans göstermesine neden olmuştur. Yılmaz ve Bulut'un (2007) kullanıcı odaklı çalışmasında belirtildiği üzere, malzeme güvenliği ve erişilebilirlik kriterleri toplum tarafından öncelikli görülmektedir; bu bağlamda Balçova örneği, sürdürülebilirlik kadar kullanıcı beklentilerini de sınırlı düzeyde karşılamaktadır.

Bu bulgular, uluslararası literatürle de örtüşmektedir. Bishan–Ang Mo Kio Parkı'nda (Ramboll Studio Dreiseitl, 2012) geçirgen yüzeyler ve geri dönüştürülmüş malzemeler sayesinde yağmur suyu yönetimi ve ekolojik katkının arttığı görülmüştür; incelenen parklarda önerilen geçirgen beton ve yerel taş çözümleri bu yaklaşımla paraleldir. The Goods Line projesinde (ASPECT Studios, 2015) endüstriyel miras elemanlarının yeniden işlevlendirilmesi, karbon ayak izini azaltırken kültürel sürekliliği de pekiştirmiştir; parklarda öngörülen geri dönüştürülmüş metal ve sertifikalı ahşap kullanımı benzer bir yaklaşım sergilemektedir. Superkilen Parkı'nda (BIG, 2012) geri kazanılmış kent mobilyaları kamusal mekâna entegre edilerek çevresel faydaların yanı sıra estetik ve kültürel değerler de üretilmiştir. İzmir örneklerinde daha çok yerel ve geçirgen malzemeler öne çıkmış olsa da bu dünya örnekleri geri dönüşüm ve yeniden kullanım stratejilerinin sürdürülebilirlik için güçlü bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ayrıca Elmas'ın (2021) lületaşı atıklarından malzeme üretimi çalışması, yenilikçi malzemelerin dış mekân performanslarının henüz tam olarak test edilmediğini ortaya koymakta; bu nedenle önerilen bambu ve miselyum gibi biyomalzemelerin dikkatle değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, malzeme performansının yalnızca teknik dayanım ya da estetik ölçütlerle değil, aynı zamanda yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yaklaşımıyla ele alınması gerektiğini göstermektedir. Üretimden kullanım ömrünün sonuna kadar ortaya çıkan çevresel etkiler ve malzemelerin toplumsal katkıları dikkate alınmadığında, sürdürülebilirlik değerlendirmesi eksik kalmaktadır. İncelenen parkların karşılaştırmalı analizi, kullanılan malzeme türlerinin genel olarak sınırlı çeşitlilikte olduğunu ve sürdürülebilirlik düzeylerinin birbirine oldukça yakın seyrettiğini ortaya koymuştur. Ahşap, taban tuğla ve doğal taşlar güçlü yönleriyle öne çıkarken; beton, metal ve sentetik reçineli yüzeyler her parkta benzer biçimde çevresel etkileri yaratmıştır. Bu bulgular, parklar arasında görülen farklılıkların esasen malzeme çeşitlerinin seçimi ve kombinasyonlarından kaynaklandığını göstermektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilirlik düzeylerini artırmak için incelenen parkların tümünde öncelikle malzeme çeşitliliğinin artırılması, özellikle yenilikçi ve ekolojik uyumlu alternatiflerin (biyomalzemeler, geçirgen kaplamalar, geri dönüştürülmüş içerikler vb.) daha sistematik biçimde uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle, yalnızca peyzaj mimarlarının değil, aynı zamanda yerel yönetimlerin destekleyici politikalar üretmesi, malzeme üreticilerinin düşük karbonlu ve yenilikçi çözümlere yönelmesi ve uygulayıcıların sahada sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemesi kritik önem taşımaktadır. Böylece tasarım, üretim ve uygulama zinciri arasında bütüncül bir iş birliği sağlanarak, sürdürülebilir kentsel peyzaj vizyonunun hayata geçirilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Akıllı Şehirler Portalı. (2022). İzmir Halk Park. https://www.akillisehirler.gov.tr/proje-envanteri/izmir-halk-park/

Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. Waste Management, 29(10), 2625–2643. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press.

ArchDaily. (2012). Superkilen / Topotek 1 + BIG Architects + Superflex. https://www.archdaily.com/286223/superkilen-topotek-1-big-architects-superflex

Archello. (2015). The Goods Line | ASPECT Studios. https://archello.com/project/the-goods-line

Arkitera. (2015). Superkilen Parkı. https://www.arkitera.com/proje/superkilen/

Arkitera. (2017). İzmir'in kıyı projesi Karşıyaka'da yaşama geçti. Arkitera.com. https://www.arkitera.com/haber/izmirin-kiyi-projesi-karsiyakada-yasama-gecti/

Arslan, N., & Kara, A. (2020). Reçine esaslı yapı malzemelerinin mimari tasarıma etkileri. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 5*(2), 75–89.

Ashby, M. F., Shercliff, H., & Cebon, D. (2009). *Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

ASPECT Studios. (2015). The Goods Line. https://www.aspect-studios.com/projects/the-goods-line

Atabeyoğlu, S., & Uzun, K. (2020). Sürdürülebilir peyzaj tasarımında malzeme seçimi: Kavramsal bir yaklaşım. *Peyzaj ve Çevre Dergisi, 17*(3), 225–240.

Ataç, A. (2019). Mimarlıkta biyomalzemelerin kullanımı: Sıkıştırılmış toprak blokların performansının mikorizal mantar kullanılarak geliştirilmesi.

Aydın, B., Çelik, H., & Güneş, M. (2021). Sürdürülebilir kentsel zemin tasarımları için alternatif beton agregalarının değerlendirilmesi. Yapı ve Malzeme Dergisi, 10(1), 88–97.

Aydın, S. (2017). İletişim yaklaşımıyla sürdürülebilirlik kavramı, yeşil kavramı ve yerel-küresel yansımaları ile ilgili bir inceleme örneği. *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yükseklisans Tezi, İstanbul*.

Balçova Belediyesi. (2010). Adalet ve Demokrasi Parkı. Balçova Belediyesi Resmi Web Sitesi. https://www.balcova.bel.tr/.

Başbuğ, E. (2016). Bostanlı Günbatımı Terası ve Yaya Köprüsü. Evren Başbuğ Architects. https://www.studioevrenbasbug.com/post/bostanl%C4%B1-footbridge-sunset-lounge

Bayraktar Marangoz, D., & Aydın, Ö. (2022). Sürdürülebilir malzeme bambu ve özellikleri. In G. Çetinkale Demirkan & S. Güngör (Eds.), Mimarlık, Planlama ve Tasarımda Araştırma ve Değerlendirmeler-I (ss. 1–36). Gece Kitaplığı.

Bayraktar, A., Altunişik, A. C., & Sevim, B. (2011). Seismic response of a historical masonry minaret using a finite element model updated with operational modal testing. Journal of Vibration and Control, 17(1), 129–149.

BIG, Topotek1, & Superflex. (2012). Superkilen Park Project Description. https://big.dk/#projects-suk

Bilsel, F., & Can, I. (2014). Urban transformation of a riverfront: Appropriation and contestation of public space in Eskişehir. Cities, 40(1), 25–34. https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.03.004

Birch, E. (2015). Superkilen Urban Park: Cultural Identity and Public Space. Journal of Urban Design, 20(2), 234–251.

Bribián, I. Z., Capilla, A. V., & Usón, A. A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts. Building and Environment, 46(5), 1133–1140. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002

Ching, F. D. K. (2014). *Architecture: Form, Space, & Order* (4th ed.). John Wiley & Sons.

City of Chicago. (2020). Millennium Park: Lurie Garden overview. https://www.chicago.gov/city/en/depts/dca/supp_info/millennium_park7.html

Çelik, M. (2017). Traverten doğal taşlarının yapı sektöründe kullanım özelliklerinin incelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(3), 35–42.

Çelik, M., Demir, A., & Yılmaz, H. (2020). Geri dönüştürülmüş beton agregalarının kilit taşı üretiminde kullanımı. Malzeme Teknolojileri ve Bilimi Dergisi, 9(2), 45–54. https://dergipark.org.tr/tr/pub/mtb/issue/64376/976849

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). Ulusal Geri Dönüşüm Stratejisi ve Eylem Planı (2016–2023). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayını.

Çolak, M., & Aksoylu, V. (2021). Yapı sektöründe geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı ve sürdürülebilirlik ilişkisi. Sürdürülebilir Yapılar Dergisi, 5(1), 12–25.

Çüçen, A., & Solak, A. (2023). Sürdürülebilir yapı malzemeleri üzerine bir araştırma. Teknik Bilimler Dergisi, 13(1), 1–8. https://doi.org/10.35354/tbed.1214469

DeBoer, D., & Bareis, K. (2000). Bamboo. In L. Elizabeth & C. Adams (Eds.), *Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods*.

Demirtaş, S. (2021). Türkiye'de sürdürülebilir malzemelerin kullanımı: Zorluklar ve fırsatlar. *Peyzaj ve Çevre Dergisi, 32*(1), 22–38.

Demirtaş-Milz, N. (2011). Politics of urban regeneration: The case of Eskişehir, Turkey. Urban Studies, 48(6), 1135–1156.

Devrim, B. (2023). Mimarlıkta biyomalzeme kullanımının sürdürülebilirlik üzerine değerlendirilmesi.(Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dezeen. (2018, August 6). Bishan–Ang Mo Kio Park by Ramboll Studio Dreiseitl. https://www.dezeen.com/2018/08/06/bishan-ang-mo-kio-park-ramboll-studio-dreiseitl-singapore/

Dreiseitl, H., & Grau, D. (2015). New waterscapes: Planning, building and designing with water. Birkhäuser.

Elmas, Ş.Ş. (2021). Ürün tasarımında doğal atık tabanlı sürdürülebilir malzemeler: Lületaşı firelerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma. (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi.

Erdem, C. (2009). Endüstri sonrası kentlerde dönüşümün kamusal alanlar üzerinden okunması: İzmit Sekapark örneği. (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Erdinç, H. (2019). Geleneksel malzemelerin çağdaş mimarlıkta sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesi. (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Erdoğan, M. (2020). Doğal taş malzemelerin geri dönüşümü ve sürdürülebilir yapı tasarımına katkısı. İnşaat Teknolojileri Dergisi, 4(2), 88–96.

Erman, O., & Buzkan, C. (2020). Yapısal atıkların geri dönüşüm sorunu ve Türkiye'deki durumun mevzuat açısından değerlendirilmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1), 1–14.

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi. (2012). Porsuk Çayı Kentsel Tasarım ve Rekreasyon Projesi Tanıtım Raporu. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Yayınları.

Eş, A. (2008). Sürdürülebilirlik ve firmalar düzeyinde sürdürülebilirlik performansı ölçümü (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi.

Ferguson, C., & Fryrear, A. (Eds.). (2005). Green building: Principles and practices in residential construction. Wiley.

Gehl, J. (2013). Cities for People. Island Press.

González, M. J., & Navarro, J. G. (2006). Assessment of the decrease of CO_2 emissions in the construction field through the selection of materials. *Building and Environment, 41*(7), 902–909. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.04.006

Gustafson Guthrie Nichol. (2005). Lurie Garden design narrative. Millennium Park Foundation. https://www.luriegarden.org/

Gustafson, K., Guthrie, S., & Oudolf, P. (2005). Designing Lurie Garden. Millennium Park Foundation.

Gültekin, A. B., & Çelebi, G. (2022). Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi kapsamında yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik bir model önerisi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(3), 1861–1875.

Gültekin, M. (2021). Sürdürülebilir yapı malzemeleri kapsamında tuğlanın değerlendirilmesi.Yapı Dergisi, (445), 48–52.

Güven, Ş. Y. (2014). Biyouyumluluk ve biyomalzemelerin seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2(3), 303–311.

Habert, G., Miller, S. A., John, V. M., Provis, J. L., Favier, A., Horvath, A., & Scrivener, K. (2020). Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries. Nature Reviews Earth & Environment, 1(11), 559–573. https://doi.org/10.1038/s43017-020-0093-3

Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T. (2012). Energy Manual: Sustainable Architecture. Birkhäuser Architecture.

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2115–2126. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311

Hoşkara, E. (2007). *Ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapım için stratejik yönetim modeli* [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

IBA Hamburg GmbH. (2013). Smart Material House – BIQ. Project outline. Hamburg: IBA Hamburg.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB). (2023). Ekolojik Parklar Raporu. İstanbul Çevre Koruma Müdürlüğü Yayını.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2020). Atatürk Kent Ormanı Tanıtımı.

İşçi, A. (2018). Türkiye'de sürdürülebilir tasarım farkındalığı ve mesleki eğitim eksiklikleri. Mimarlık ve Eğitim Dergisi, 9(1), 22–34.

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2010). Bornova Aşık Veysel Rekreasyon Alanı. İzmir Kültür Sanat Portalı. https://kultursanat.izmir.bel.tr/EtkinlikMerkezleri/Bornova-Asik-Veysel-Rekreasyon-Alani

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2018, 14 Haziran). Mavişehir'de Halk Park açıldı [Basın bülteni]. Öncü Şehir Gazetesi.

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2024). Kültürpark. İzmir Büyükşehir Belediyesi Kurumsal Web Sitesi. https://www.izmir.bel.tr/tr/Projeler/kulturpark/1244/4

İzmir Fuarcılık (İZFAŞ). (t.y.). Kültürpark. İzmir Fuarcılık Hizmetleri Kültür ve Sanat İşleri A. Ş. https://www.izfas.com.tr/fuar-alanlarimiz-kulturpark (Erişim Tarihi: 01.07.2025)

Jonkers, H. M. (2011). Bacteria based self healing concrete. *Heron, 56*(1/2), 1–12.

Kadıköy Belediyesi. (2020). Yoğurtçu Parkı Ekolojik Restorasyon Projesi Bilgilendirme Dökümanı. Kadıköy Belediyesi Resmî Yayını.

Kadıköy Belediyesi. (2022). Yoğurtçu Parkı Ekolojik İyileştirme Projesi. Kadıköy Belediyesi Resmi Yayınları.

Kalaycı, A., & Karagülle, H. (2019). Taş ocaklarının çevresel etkileri ve sürdürülebilir taş üretimi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Dergisi, 58(3), 45–52.

Kellert, S. R., & Calabrese, E. F. (2015). The Practice of Biophilic Design.

Kenthaber. (2021). Porsuk Çayı çevresi yenilendi. Kenthaber.com.

Kılıç, E., & Koç, M. (2021). Doğal lif takviyeli kompozitlerin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Dergisi, 16(3), 90–103.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi. (2012). Seka Park Projesi Tanıtım Dosyası. https://www.kocaeli.bel.tr

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi. (2022). Seka Park akıllı park oluyor. https://www.kocaeli.bel.tr

Landezine. (2012). Bishan–Ang Mo Kio Park.

Landscape Architecture Foundation. (2015). Lurie Garden – Landscape Performance Series. https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/lurie-garden

Landscape Architecture Foundation. (2018). The Goods Line (North). Landscape Performance Series. https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/the-goods-line-north

Liiv, J., Rikmann, E., Shanskiy, M., & Teppand, T. (2024). Ecological wood protection system against fire, fungi and insect damage using humic acids and fly ash. Applied Sciences, 14(12), 5179. https://doi.org/10.3390/app14125179

Lurie Garden. (2020). About the Garden. https://www.luriegarden.org/

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things. North Point Press.

Meyer, N. (2009). Sustainable Construction. Greenleaf Publishing.

Oudolf, P. (2010). Landscapes in landscapes. The Monacelli Press.

Öç, B. (2013). Sürdürülebilir tasarım: Ürün tasarımı ve üretimi temelinde malzemelerin geri dönüştürülmesi bilinci (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özcan, E. (2018). Peyzaj tasarımında geçirgen zemin kaplamalarının ekolojik önemi. Peyzaj Mimarlığı Dergisi, (43), 66–72.

Özdemir, E., & Er, U. (2018). Isıl işlem uygulanmış ahşap malzemelerin yapı sektöründeki sürdürülebilirliği. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1), 13–22.

Özgür Kocaeli. (2022, 14 Ağustos). Seka Park akıllı park oluyor. Özgür Kocaeli Gazetesi.

Özmehmet, D. E. (2008). Dünyada ve Türkiye sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları. *Journal of Yaşar University, 3*(12), 1853–1876.

Öztürk, A., & Yıldız, M. (2020). Granit plak taşlarının dış mekân kullanımı ve sürdürülebilirliği üzerine bir değerlendirme. İnşaat Teknolojileri Dergisi, 9(1), 55–62.

Pauliuk, S., Wang, T., & Müller, D. B. (2017).Steel all over the world: Estimating in-use stocks of iron for 200 countries.Resources, Conservation and Recycling, 123, 290–300.https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.013

PUB Singapore. (2012). ABC Waters Project: Bishan–Ang Mo Kio Park.

PUB Singapore. (2018). ABC Waters Programme: Bishan–Ang Mo Kio Park.

Ramboll Studio Dreiseitl. (2012). Bishan–Ang Mo Kio Park: From concrete canal to naturalised river. https://ramboll.com/projects/group/bishan-ang-mo-kio-park

Sarıbaş, İ., & Ok, B. (2022). Sürdürülebilir Beton ve Zemin Dolgulu Sürekli Temellerin Monoton Yükler Altındaki Davranışı. El-Cezeri, 9(3), 1098-1112. https://doi.org/10.31202/ecjse.1113310

Sarıçam, C., & Coşkun Hepcan, Ç. (2015). Eskişehir Porsuk Çayı'nın kentsel peyzaj karakterinin değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 68–78.

Schnelle, J., Krick, B., Zöllner, D., & Steger, C. (2015). BIQ – The World's First Algae House. Detail Green, 1(1), 32–39.

Scrivener, K., John, V. M., & Gartner, E. M. (2018). Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO_2 cement-based materials industry. Cement and Concrete Research, 114, 2–26. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.03.015

Splitterwerk (2013). BIQ House Project Overview.

SSC Strategic Science Consult GmbH & Arup Deutschland GmbH. (2014). Executive Summary: Two-year monitoring report of the BIQ bioreactive façade.

Sydney Harbour Foreshore Authority. (2015). The Goods Line: Transforming a historic rail corridor into a vibrant public space. https://www.shfa.nsw.gov.au/

Şahin, E. (2021). Yapısal peyzaj tasarımında metal malzeme kullanımının sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Yapı ve Malzeme Dergisi, 9(2), 120–133.

Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B. (2018). Sürdürülebilirlik üzerine tarihsel ve güncel bir perspektif. *Ekonomik Yaklaşım, 29*(107), 1–47. https://doi.org/10.5455/ey.39101

Şengül, G. (2020). Kayrak taşının peyzaj mimarlığındaki kullanım potansiyeli. Taş ve Yapı Dergisi, 7(1), 40–47.

Tenikler, G. (2001). İzmir Körfezi'nde sürdürülebilir gelecek için kıyı yönetimi).Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi).

Thompson, J. W., & Sorvig, K. (2018). *Sustainable Landscape Construction: A Guide to Green Building Outdoors* (3rd ed.). Island Press.

TMMOB Mimarlar Odası. (2019). Doğal taşlar ve çevreyle uyumlu malzeme kullanımı. Ankara: Mimarlar Odası Yayınları.

Tufan, M. Z., & Özel, C. (2012). Sürdürülebilirlik kavramı ve yapı malzemeleri için sürdürülebilirlik kriterleri. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 2*(1), 6–13.

Tuna Taygun, G. (2017). Yaşam döngüsü analizi ve yapı ürünlerinde uygulama alanları. REC Türkiye. https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2017/02/yda.pdf

Tuna, G., & Yılmaz, S. (2015). Eskişehir Porsuk Çayı kıyı düzenlemelerinde sürdürülebilirlik ve peyzaj mimarlığı ilkeleri. Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 17(2), 22–30.

Tüfekçi, A. (2015). Granit taşlarının kentsel tasarımda çevresel etkileri. Yapı Bilimleri Dergisi, 17(2), 33–42.[https://dergipark.org.tr/tr/pub/yapibilim]

Türker, E., & Atagür, B. (2022). Geri dönüştürülmüş malzemelerle üretilen kompozitlerin peyzaj mimarlığında kullanımı. Peyzaj Planlama ve Tasarım Dergisi, 7(2), 78–89.

UNESCO. (2011). *Recommendation on the Historic Urban Landscape*. https://whc.unesco.org/en/hul/

Url-1. https://www.asortie.com/blog/masif-ahsap-nedir-klasik-mobilyada-kullanim-alanlari (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-2. https://pxhere.com/tr/photo/494039 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-3. https://santiyegunlugu.com/tugla-fiyatlari/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-4. https://insaatt.com/kerpic-nedir-ozellikleri-ve-avantajlari-kerpic-evler/

Url-5.https://www.archdaily.mx/mx/885341/si-tuvieramos-que-crear-el-material-de-construccion-ideal-se-pareceria-al-bambu/5a2fd72ab22e38ea34000119-si-tuvieramos-que-crear-el-material-de-construccion-ideal-se-pareceria-al-bambu-foto (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-6. https://santiyede.com/agir-beton-nedir-nerelerde-kullanilir/(Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-7. https://www.pusatmetal.com.tr/st52-genel-yapi-celigi.html/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-8. https://inovatifkimyadergisi.com/plastik-insaat-malzemeleri-uretimi-78-milyar-dolara-cikti (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-9. https://timbersdeck.com/kompozit-deck/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-10. https://halatbranda.com.tr/urun/keten/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-11. https://www.kamisdekorasyon.com/page/114/bambu-kargi-pergule.html

Url-12.https://www.drivingeco.com/tr/s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir-malzeme-in%C5%9Faat-binas%C4%B1-pozitif/kenevir-tu%C4%9Flalar%C4%B1/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-13.https://biokenevir.com/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-14. https://www.ekoyapidergisi.org/uygun-maliyetli-ve-surdurulebilir-yapi-malzemeleri (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-15. https://www.erkarakaslar.com.tr/blog/isi-yalitimi-nedir-ve-nasil-yapilir (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-16.https://www.aa.com.tr/tr/kultur-sanat/cami-kubbesi-insasinda-1-5-ton-keci-kili-kullanilacak/29244 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-17. https://www.ekoyapidergisi.org/kendi-catlaklarini-tamir-eden-biyo-beton (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-18. https://www.steelradar.com/yeni-alg-bazli-cimento-microsoftun-dikkatini-cekti/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-19.https://www.plastik-ambalaj.com/tr/katilacagimiz-fuarlar/160-plastik-ambalaj-makale/makale2/3263-alglerden-biyoplastik-ueretimi (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-20.https://textiletechsource.com/wp-content/uploads/sites/23/2024/02/Mycelium-acoustic-material.jpg (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-21.https://textiletechsource.com/wp-content/uploads/sites/23/2024/02/Mycelium-closeup.jpg (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-22. https://www.theurbanist.org/2023/04/13/copenhagens-superkilen (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-23. https://www.topotek1.de/publications/superkilen/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-24. https://archidiap.com/opera/superkilen/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-25.https://landezine-award.com/the-goods-line/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-26. https://www.asla.org/2016awards/169669.html (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-27. https://landezine.com/kallang-river-at-bishan-ang-mo-kio-park-by-henning-larsen/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-28. https://ongreening.com/en/Projects/biq-the-clever-treefrog-1072 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-29.https://www.archdaily.com/339451/worlds-first-algae-bioreactor-facade-nears-completion (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-30. https://landezine.com/lurie-garden/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-31. https://www.neoldu.com.tr/eskisehir-porsuk-cayi-50491h.htm?page=3 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-32. https://tr.pinterest.com/pin/743023638548904409/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-33. https://tr.pinterest.com/pin/613685886762132570/

(Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-34.https://sehirplanlama.ibb.istanbul/yogurtcu-parki-peyzaj-calismasi/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-35. https://www.gazetekadikoy.com.tr/gundem/yogurtcu-parki-yenilenerek-hizmete-acildi (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-36.https://www.arkiv.com.tr/proje/bostanli-yaya-koprusu-ve-bostanli-gun-batimi-terasi/7182 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-37. https://yesil.istanbul/project-detail_ataturk-kent-ormani-1 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-38. https://yesil.istanbul/project-detail_ataturk-kent-ormani-1#gallery-2 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-39.https://yesil.istanbul/project-detail_ataturk-kent-ormani-1#gallery-4 (Erişim Tarihi: 05.05.2025)

Url-40.https://onedio.com/haber/sekapark-izmit-te-yapilacak-en-guzel-acik-hava-etkinlikleri-icin-en-iyi-secenek-1141769 (Erişim Tarihi: 08.05.2025)

Url-41. https://www.almila.com.tr/mobilya-uretiminde-kullanilan-ahsap-cesitleri

Url-42.https://granit.tasdoseme.com/hizmetlerimiz/ (Erişim Tarihi: 08.05.2025)

Url-43. https://berto.org.tr/cografi-urunler/bergama-graniti/ (Erişim Tarihi: 08.05.2025)

Url-44.https://dizaynyapiinsaat.net/SubsMenu5_Granit_Plak_Tas_3021_8787 (Erişim Tarihi: 08.05.2025)

Url-45. https://www.elitegardenpeyzaj.com/kilit-tasi-doseme (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-46.https://www.gazitas.com.tr/urun/kilit-tasi (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-47. http://www.isasdemir.com/268-profil-cesitleri.html (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-48.https://olukmarket.com/urun/kutu-profil-20-x-20-x-2-mm-metal-kare-profil-600-cm-boyasiz/ (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-49. https://www.ergagranit.com.tr/micir-nedir/ (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-50.https://www.sanalsantiye.com/micir-nedir-micir-nerelerde-kullanilir/ (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-51. https://teknoyapi.com.tr/tr/bloglar/tas-hali-nedir-nelere-dikkat-edilmelidir (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-52.https://www.tashaliankara.com/taslar-agregalar (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-53. https://cephedizayn.com/duz-kirmizi-taban-tugla-521 (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-54.https://dmrdogaltas.com/gri-simli-kayrak-tasi (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-55. https://bodrumdogalkayraktasi.com/urunler/ebatli-kayrak-tasi/ (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-56.https://dogaldekor.com/blog/eskitme-traverten-fileli-dogal-tas-patlatma-mozaik-nedir/ (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-57.https://dmrdogaltas.com/traverten-plak-tas (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-58.https://www.izmir.art/tr/kulturpark-40JcwfDbDU (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-59.https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/asik-veysel-rekreasyon-alani-nda-yagmur-suyu-hasadi-basladi/45933/156 (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url-60.https://www.arkiv.com.tr/proje/karsiyaka-halkpark/10375 (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Url61.https://www.izmirdeniz.com/Bagimsiz/Index/60?AspxAutoDetectCookieSupport=1 (Erişim Tarihi: 09.05.2025)

Uzun, M. (2014). Endüstri alanı dönüşüm projesi Sekapark'ın (Kocaeli-İzmit) kıyı kullanımına etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, 30, 31–49.

Van Dam, J. E. G., van den Oever, M., Keijsers, E. R. P., & de Klerk-Engels, B. (2006). Process for production of high-strength natural fibre reinforced composites based on flax. Industrial Crops and Products, 24(1), 60–65.

van der Hoeven, F. (2020). *The Growing Pavilion: A Manifesto for Biobased Building*. Biobased Creations. https://thegrowingpavilion.com

Van der Lugt, P., van den Dobbelsteen, A. A., & Janssen, J. J. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. Construction and Building Materials, 20(9), 648–656. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023

Van der Ryn, S., & Cowan, S. (2007). Ecological Design (10th Anniversary Edition). Island Press.

World Steel Association. (2020). Steel – The permanent material in the circular economy. Brussels: World Steel Association. Erişildi 13 Temmuz 2025, https://worldsteel.org/publications/bookshop/product-details/?productid=229

Yadav, M., Agarwal, M. (2021). Biobased building materials for sustainable future: An overview. Materials Today: Proceedings, 43(5): 2895-2902 EriĢim Adresi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.165

Yeşil İstanbul. (2021). Atatürk Kent Ormanı Projesi: Sürdürülebilir Kentsel Yeşil Alan Modeli. https://yesil.istanbul/ataturk-kent-ormani/

Yıldız, M. (2019). Peyzaj tasarımında sosyal sürdürülebilirlik: toplumsal farkındalık ve kullanıcı konforu üzerine bir değerlendirme. Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 12(2), 45–60.

Yılmaz, A., & Yıldırım, G. (2020). Mycelium esaslı biyomalzemelerin inşaat sektöründeki potansiyeli. Mimarlık ve Yaşam Dergisi, 5(1), 45–56.

Yılmaz, O. (2016). Beton yüzey bitirme tekniklerinin kentsel güvenlik açısından değerlendirilmesi. İnşaat ve Kent Dergisi, 3(4), 58–65.

Yılmaz, S., & Bulut, Z. (2007). Analysis of users' characteristics of three different playgrounds in districts with different socio-economical conditions. *Building and Environment, 42*(10), 3455–3460 https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2007.02.008

Yılmaz, S. (2024). *Kentsel ısı adası ve yeşil alan planlama önerileri*. In K. İnce (Ed.), *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*.İKSAD Yayınevi.