

МЕЃУНАРОДЕН УНИВЕРЗИТЕТ ВИЗИОН
UNIVERSITETI NDËRKOMBËTAR VIZION



INTERNATIONAL VISION UNIVERSITY
ULUSLARARASI VIZYON ÜNİVERSİTESİ

YAPI MALZEMELERİ

Doç. Dr. Ayşe ARICI

Kuzey Makedonya – Gostivar, 2024

Yapı Malzemeleri

Yazar:

Doç. Dr. Ayşe ARICI

Denetleyenler:

Prof.Dr. Ender SARIFAKIOĞLU– Çankırı Karatekin Üniversitesi –
İnşaat Mühendisliği Fakültesi – İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı -
Öğretim Üyesi Assoc. Prof. Dr. Pınar USTA- Isparta Uygulamalı
Bilimler Üniversitesi- Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Yapı
Anabilim Dalı Başkanı – Öğretim Üyesi

Yayımcı:

Uluslararası Vizyon Üniversitesi Gostivar, Kuzey Makedonya

Editör:

Prof. Dr. Fadil HOCA

Lektör:

Ergün KABALAK

Bilgisayar Tasarımı:

Mr. Sci. Yekin Abaz, Nurullah İsmail

Yayın yılı: 2024

Tiraj: 500

Basımevi: Print Factory DOOEL Skopje

ISBN: 978-608-67100-7-1

Copyright: © 2024, Uluslararası Vizyon Üniversitesi, Gostivar Kuzey
Makedonya.

Telif hakları yayımcıya aittir, izinsiz hiçbir bölümü yayınlanamaz
çoğaltılamaz

ÖNSÖZ

Bu eseri sizlere sunmaktan büyük bir mutluluk duyuyorum. **Yapı Malzemeleri** alanında Türkçe dilinde geniş kapsamlı bir üniversite ders kitabının eksikliği göz önüne alınarak hazırlanan bu kitap, **Uluslararası Vizyon Üniversitesi**'nin Türkçe eğitim misyonu ve Türkçe'yi bir dünya dili ve akademik dil olarak güçlendirme hedefi doğrultusunda kaleme alınmıştır.

Kitap, inşaat mühendisliği ve mimarlık öğrencileri başta olmak üzere sektördeki profesyoneller için temel bir başvuru kaynağı olmayı hedeflemektedir. İçerik oluşturulurken, Türkiye'nin seçkin üniversitelerindeki ders materyalleri dikkatle incelenmiş, alanında uzman akademisyenlerin görüşlerine başvurulmuş ve yapı malzemeleri alanındaki en güncel gelişmelerle zenginleştirilmiştir. Ayrıca, Avrupa ve ABD'deki önde gelen üniversitelerin kaynakları da titizlikle incelenerek küresel bilgi birikimi ile yerel ihtiyaçlar bir araya getirilmiştir.

Bu kitap, yapı malzemeleri konusunu on bölümde geniş bir çerçevede ele almaktadır. İlk bölümde yapı malzemelerinin tarihsel gelişimi, sınıflandırılması ve doğal taşların sürdürülebilir kullanımı detaylandırılırken, diğer bölümlerde beton, ahşap, cam, toprak esaslı malzemeler ve nanoteknoloji destekli yenilikçi uygulamalar derinlemesine incelenmiştir. Çelik, alüminyum, prefabrik yapılar, PVC ve modern yalıtım malzemeleri de kitapta kapsamlı olarak ele alınan diğer konular arasında yer almaktadır.

Bu kitabın, hem akademik dünyada hem de inşaat sektöründe ihtiyaç duyulan kapsamlı bilgi birikimini sağlayarak, geleceğin mühendis ve mimarlarına rehberlik edeceğine inanıyorum. Yapı malzemeleri konusundaki bilginizi derinleştirirken, bu eserin projelerinizdeki başarılarınıza katkı sunmasını diliyorum.

Doç. Dr. Ayşe ARICI

Resume of Book

I am very pleased to present this work to you. This book was prepared considering the need for a comprehensive university textbook in Turkish in construction materials. It was written in line with the Turkish education mission of International Vision University and aimed to strengthen Turkish as a world language and academic language.

The book aims to be a basic reference source for professionals in the sector, especially civil engineering and architecture students. While creating the content, course materials from Turkey's distinguished universities were carefully examined, the opinions of academics who are experts in their fields were consulted, and the content was enriched with the most up-to-date developments in the field of building materials. In addition, the resources of leading universities in Europe and the USA have been carefully examined to bring together global knowledge and local needs.

This book covers building materials in a broad framework in ten chapters. While the first section details the historical development, classification, and sustainable use of natural stones, the other sections examine concrete, wood, glass, soil-based materials, and innovative applications supported by nanotechnology in depth. Steel, aluminum, prefabricated structures, PVC, and modern insulation materials are among the other topics covered comprehensively in the book.

This book is not just a theoretical guide, but a practical tool that will equip the engineers and architects of the future with the comprehensive knowledge needed in both the academic world and the construction industry. I am confident that this work will not only contribute to your success in your projects but also empower you to make informed decisions as you deepen your knowledge of building materials.

Doç. Dr. Ayşe ARICI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	3
RESUME OF BOOK.....	4
İÇİNDEKİLER	5
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	17
TABLolar DİZİNİ.....	21
FORMÜLLER DİZİNİ	24

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPI MALZEMELERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ, SINIFLANDIRILMASI, DOĞAL TAŞLAR VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KULLANIM OLANAKLARI

1. YAPI MALZEMELERİNE GENEL BAKIŞ	28
1.1. Yapı Malzemeleri, Tanım ve Tarihsel Gelişim.....	28
1.2. Yapı Malzemelerinin Sınıflandırılması.....	28
1.3. Yapı Malzemelerinin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özellikleri.....	29
1.4. Malzeme Seçimi ve Performans İçin Değerlendirme Kriterleri.	29
1.5. Yapı Malzemelerinde Standardizasyon ve Kalite Kontrol	30
1.6. Yapı Malzemelerinin Sürdürülebilirlik ve Yenilikçi Kullanımı ..	30
2. YAPI MALZEMESİ OLARAK DOĞAL TAŞLAR.....	31
2.1. Doğal Taşların Sınıflandırılması ve Çeşitleri.....	31
2.1.1. Püskürük (Volkanik) Taşlar	32
2.1.2. Tortul Taşlar.....	33
2.1.3. Başkalaşım (Metamorfik) Taşlar	33
2.2. Doğal Taşların Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	34
2.3. Doğal Taşların Kullanım Şekilleri	35
2.4. Doğal Taş Çeşitleri ve Özellikleri.....	36

İKİNCİ BÖLÜM

BETON AGREGASI OLARAK KULLANILAN DOĞAL TAŞLARIN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE FİZİKSEL-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN LABORATUVAR ANALİZİ

1. BETON AGREGASI OLARAK KULLANILAN DOĞAL TAŞLARIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	42
1.1 Beton Agregası	42
1.2. Beton Agregalarının İşlevleri ve Beton Üzerindeki Etkileri ...	42
1.3. Doğal Taş Agregalarının Sınıflandırılması.....	44
1.4. Agregaların Fiziksel Özellikleri.....	49
1.4.1. Elek Analizi Deneyi.....	59
2. BETON AGREGASI TASARIMI	63
2.1. Tasarım Karışımı ve Karışım Oranları	63
2.2. Doğru Agregası Seçimi	64
2.3. Beton Karışım Tasarımında Teknik Parametreler	65
3. TAZE VE SERTLEŞMİŞ BETON TESTLERİ	66
3.1. Birim Ağırlık Testi.....	67
3.2. Slump Testi (Çökme Deneyi)	69
3.3. Basınç Dayanım Testi.....	71
3.4. Birim Ağırlık Su Emme Testi.....	73
3.5. Büzülme Testi	75
4. AGREGA TÜRLERİNE GÖRE KARIŞIM ORANLARI VE DAYANIKLILIK	77
5. MALZEMELERİN ULUSLARARASI MEKANİK TEST ÖZELLİKLERİ	78
5.1. Birim Ağırlık (Yoğunluk) Tayini	79
5.2. Özgül Ağırlık Tayini.....	80
5.3. Kompasite (Paketlenme) Tayini	80
5.4. Porozite Tayini.....	81
5.5. Dayanım Testleri.....	82

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BAĞLAYICI MADDELER VE ÇİMENTO ÖZELLİKLERİ

1. BAĞLAYICI MADDELER	87
1.1. Bağlayıcı Maddelerin Tanımı ve Önemi	87
1.2. Bağlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması.....	87
1.2.1. Kimyasal Özelliklerine Göre Sınıflandırma	88
1.2.2. Fiziksel Özelliklerine Göre Sınıflandırma	88
2.BAĞLAYICI MADDELERİN ÇEŞİTLERİ.....	89
2.1. Çimento Türleri ve Teknik Özellikleri.....	89
2.2. Çimentonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	92
2.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Numune Hazırlığı	93
2.3.1. Kimyasal Analizler	93
2.3.2.Fiziksel ve Mekanik Testler	94
2.4. Alçı Türleri; Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri	95
2.4.1. Alçı Türleri ve Özellikleri.....	95
2.5. Asfalt Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri	98
2.5.1. Asfalt Türleri ve Bileşimi	98
2.5.2. Teknik Özellikler ve Performans Kriterleri	99
2.6. Kireç Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri	100
2.7. Mastik Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri	102
2.7.1. Mastik Türleri ve Bileşimi	102
2.8. Polimer Bağlayıcılar: Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri.....	104
2.8.1. Polimer Bağlayıcı Türleri ve Özellikleri.....	104
2.9. Ahşap Tutkalı: Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri.....	106
2.10. Epoksi Reçineler: Türleri, Kullanım Alanları ve Teknik Özellikleri.....	108
2.10.1.Epoksi Reçine Türleri ve Özellikleri	108
3. ÇİMENTO TEKNOLOJİSİ; ÖZELLİKLER VE KİMYASAL DAVRANIŞ ..	110
4. PUZOLANLAR TANIMI, ÖZELLİKLERİ VE BETON TEKNOLOJİSİNDEKİ ROLÜ.....	113

5.YENİ NESİL YAPI BAĞLAYICILARI	117
5.1.Geopolimer Çimentolar	117
5.2. Alkali Aktive Bağlayıcılar	117
5.3.Karbon Negatif ve Düşük Karbonlu Çimentolar	118
5.4. Biyolojik Bağlayıcılar.....	118
5.5. Fotokatalitik Çimentolar	118
5.6. Kükürt Betonu.....	118
5.7. Magnezyum Oksit (MgO) Çimentolar.....	119
5.8. Mineral Sıvalar ve Çeşitleri	119

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GELENEKSEL VE YENİ NESİL BETON TEKNOLOJİLERİ MEKANİK ÖZELLİKLER, KARIŞIM TASARIMI VE NANOTEKNOLOJİNİN BETON PERFORMANSINA ETKİLERİ

1. BETON	124
1.2. Betonun Basınç Dayanımına Etki Eden Faktörler	125
2. TAZE BETON ÖZELLİKLERİ	126
2.1. Çökme (Slump) Testi.....	127
2.2. Ve-Be (Vebe) Testi	127
2.3. Betondaki Hava Miktarı.....	127
2.4. Betonun Birim Ağırlığı.....	127
2.5. Çeper Etkisi.....	128
2.6. Testlerin Uygulama Aşamaları	128
3. GELENEKSEL BETON TÜRLERİ	129
3.1. Normal Beton (Standart Beton)	129
3.2. Yüksek Dayanımlı Beton.....	129
3.3. Kendiliğinden Yerleşen Beton.....	130
3.4. Hava Sürüklenmiş Beton	130
3.5. Hafif Beton	130
3.6. Donatılı Beton (Armatürlü Beton).....	131
4. YENİ NESİL GELİŞMİŞ BETON TÜRLERİ	131
4.1. Ultra Yüksek Performanslı Beton (UHPC)	132
4.2. Geopolimer Beton.....	132

4.3. Kendini İyileştiren Beton (Self-Healing Concrete)	133
4.4. Şeffaf Beton	133
4.5. Hibrit Fiber Takviyeli Beton.....	134
5. NANOTEKNOLOJİ DESTEKLİ BETON TÜRLERİ.....	135
5.1. Nano Silika (SiO ₂).....	136
5.2. Nano Titanyum Dioksit (TiO ₂)	137
5.3. Karbon Nanotüpler (CNT)	139
5.4. Nanokil (Nanoclay).....	140
6. BETON KARIŞIM HESABI, KALİTE KONTROLÜ VE SERTLEŞMİŞ BETON ÖZELLİKLERİ; BASINÇ DAYANIMI, EĞİLME DAYANIMI, YARMA DAYANIMI, ELASTİSİTE MODÜLÜ.....	141
6.1. Beton Karışım Hesabı	141
6.1.1. Su/Çimento Oranı ve Basınç Dayanımı İlişkisi	141
6.2. Beton Kalite Kontrolü.....	143
6.3. Sertleşmiş Beton Özellikleri	143
7. KİMYASAL KATKILARIN ETKİLERİ	146
7.1. Su Azaltıcı Katkılar ile Basınç Dayanımı İlişkisi	146
7.1.1. Su Azaltıcı Katkıların Seçim Kriterleri.....	147
7.1.2. Su Azaltıcı Katkı Türleri.....	148
7.2. Hızlandırıcı ve Geciktirici Katkıların Priz Süresine Etkisi ...	150
7.3. Hava Sürükleyici Katkılar ile Donma-Çözülme Dayanımı	

BEŞİNCİ BÖLÜM

AHŞAP MALZEMELERİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ, SINIFLANDIRILMASI VE UYGULAMA ALANLARI GELENEKSEL VE MODERN YAPI SİSTEMLERİNDE KULLANIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

1. AHŞABIN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	156
1.1. Ahşabın Tanımı, Yapısı ve Fiziksel Özellikleri.....	156
1.2. Teknik Detaylar ve Açıklamalar	161
1.3. Ahşabın Mekanik Özellikleri	162
1.4. Ahşap Kusurlarının Mekanik Özelliklere Etkisi, Teknik Detaylar ve Kontrol Yöntemleri	165

2. AHŞABIN SINIFLANDIRILMASI	166
2.1. Sert Ağaçlar ve Yumuşak Ağaçlar.....	166
2.1.1. Yapraklı Ağaçlar (Sert Ağaçlar)	166
2.1.2. İbrelî Ağaçlar (Yumuşak Ağaçlar)	169
2.2. Yerel Ahşap Türleri ve Özellikleri	171
2.3. İşlenme Şekline Göre Ahşap Türleri	173
3. TAŞIYICI SİSTEM OLARAK AHŞAP YAPILAR.....	174
3.1. Geleneksel Ahşap Yapı Sistemleri	175
3.1.1. Ahşap Karkas Sistemler.....	175
3.1.2. Bağdadi Yapılar	177
3.2. Modern Ahşap Yapı Sistemleri	179
3.2.1. Lamine Ahşap (Glulam)	179
3.2.2. Çapraz Lamine Ahşap (CLT)	182
3.2.3. Yapısal Kompozit Ahşaplar.....	184
4. AHŞABIN KULLANIM ALANLARI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ	186
4.1. Ahşabın Kullanım Alanlarına Bazı Örnekler	186
5. AHŞABIN KORUNMASI VE DAYANIKLILIĞININ ARTIRILMASI.....	189
5.1. Ahşabın Korunma Yöntemleri ve Teknikleri	190
5.2. Ahşabın Yangın Dayanımı ve Korunması	193
5.2.1. Ahşabın Yangına Karşı Davranışı	193
5.2.2. Ahşabın Yangına Karşı Korunma Yöntemleri.....	194
6. MODERN AHŞAP YAPI UYGULAMALARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK...	195
6.1 Çok Katlı Ahşap Yapılar.....	196
6.2 Büyük Açıklıklı Ahşap Strüktürler	197

ALTINCI BÖLÜM

CAM MALZEMELERİN İNŞAAT VE MİMARİ TASARIMDAKİ EVRİMİ: ÖZELLİKLER, TEKNOLOJİLER VE UYGULAMA ALANLARI

1. CAM YAPI MALZEMESİ.....	202
1.1. Camın Kimyasal Bileşenleri, Fonksiyonları ve Çevresel Etkileri ..	202
1.2. Camın Üretim Süreci ve Bileşenleri Fiziksel Özelliklere Katkıları	204
1.3. Camın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etki Eden Faktörler	204
1.4. Camın Mekanik, Termal ve Optik Özelliklerin İnşaat ve Mimarî Tasarımda Kullanımına Yönelik Parametreler	205
1.5. Cam Türleri ve Performans Özelliklerinin İnşaat ve Güvenlik Uygulamaları Açısından Sınıflandırılması.....	207
1.6. Standartlar ve Teknik Şartnameler.....	208
1.7. Cam Malzemelerin Yapılarda Kullanımı	209
1.7.1. Strüktürel Silikon Cepheleler.....	210
1.7.2. Çift Cephe Sistemleri	212
1.7.3. Cam Bölmeler	213
1.7.4. Cam Kapılar	215
1.7.5. Cam Merdiven.....	216
1.7.6. Cam Zeminler	218
1.7.7. Cam Mobilya.....	219
1.7.8. Cam Dekorasyon Elemanları	221
1.7.9. Cam Giriş ve Kolonlar	222
1.7.10. Cam Kubbele ve Çatılar.....	224
1.7.11. Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik Uygulamalarında Güneş Kontrol Camları	225
1.7.12. Camın Tasarım ve Hesaplama İlkeleri.....	229
1.8. Emniyet Faktörleri, Tasarım Yükleri ve Standartlar.....	230
1.9. Akıllı Cam Teknolojileri ve Teknik Detayları	232
1.9.1. Elektrokromik Camlar.....	232
1.9.2. Termokromik Camlar.....	233
1.9.3. PDLC (Polimer Dağılımlı Sıvı Kristal) Camlar.....	234
1.9.4. SPD (Askıda Parçacıklı Cihaz) Camlar	234
2. FOTOVOLTAİK CAM TEKNOLOJİLERİ VE BİNA ENTEGRASYONU... 235	
2.1. Bina Entegre Fotovoltaik (BIPV) Sistemleri	235
2.2. Şeffaf Fotovoltaik Camlar.....	236

3. NANOTEKNOLOJİ VE YENİ MALZEMELER İLE GELİŞMİŞ CAM TEKNOLOJİLERİ	236
3.1. Kendini Temizleyen Camlar	236
3.2. Yüksek Performanslı İzolasyon Camları	237
4. CAM YAPILARIN ÖRNEKLERİ VE TEKNİK ANALİZLERİ	239

YEDİNCİ BÖLÜM

TOPRAK ESASLI YAPI MALZEMELERİ GELENEKSEL TEKNİKLERDEN NANOTEKNOLOJİ DESTEKLİ İLERİ UYGULAMALAR

1. TOPRAK MALZEMESİ	251
1.1. Toprağın Bileşenleri, Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	251
1.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	252
1.1.2. Topraktaki Gazlar ve Sıvılar	254
1.2. Toprağın Dokusu ve Yapısı	256
2. GELENEKSEL TOPRAK YAPI MALZEMELERİ TÜRLERİ	258
2.1. Duvar Yapımında Kullanılan Toprak	258
2.1.1. Kerpiç Yapılar ve Türleri	259
2.1.1.1. Geleneksel Kerpiç Duvarlar	259
2.1.1.2. Himaye Edilmiş Kerpiç Yapılar	260
2.1.1.3. Takviyeli Kerpiç Yapılar	260
2.1.1.4. Prefabrik Kerpiç Paneller	261
2.1.2. Kerpiç Yapıların Teknik Özellikleri	262
2.1.3. Sıkıştırılmış Toprak (Rammed Earth)	264
2.1.4. Toprak Torbalar (Superadobe)	267
2.2. Döşeme Oluşumlarında Kullanılan Topraklar	269
2.3. Çatı (Dam) Oluşumlarında Kullanılan Topraklar	271
2.4. Duvar Konstrüksiyonlarında Dolgu Malzemesi Olarak Toprak Kullanımı	274
2.4.1. Kullanılan Teknikler	275
2.4.1.1. Wattle and Daub	275
2.4.1.2. Cob	275
2.5. Sabit Donatı Üretiminde Toprak Kullanımı	276
2.6. Dekoratif ve İnce İşlere Yönelik Hazır Malzeme Üretimleri	278

2.6.1. Kil Sıvalar	278
2.6.2. Doğal Pigmentler ve Boyalar	279
2.6.3. Kil Sıva ve Doğal Pigmentlerin Başlıca Özellikleri ve Avantajları.....	280
2.6.4. İyileştirme ve Stabilizasyon	280
3. GELİŞTİRİLMİŞ TOPRAK YAPI MALZEMELERİ TÜRLERİ	282
3.1. Alker (Alçı-Kireç-Toprak) Malzemesi	282
3.1.1. Alker Üretim Süreci	283
3.1.2. Alker'in Özellikleri	283
3.1.3. Uygulama Alanları	283
4. NANOTEKNOLOJİ DESTEKLİ GELİŞMİŞ TOPRAK YAPI MALZEMELERİ TÜRLERİ	284
4.1. Nanokil ile Güçlendirilmiş Toprak Yapı Malzemeleri	285
4.2. Polimerle Stabilize Edilmiş Toprak Malzemeler	288
4.3. Karbon Nanotüpler ile Takviye Edilmiş Toprak.....	291
5. GELENEKSEL, GELİŞTİRİLMİŞ VE NANOTEKNOLOJİ DESTEKLİ GELİŞMİŞ TOPRAK YAPI MALZEMELERİ TÜRLERİNİN UYGULAMA ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	293
5.1. Malzeme Özellikleri.....	293
5.1.1. Geleneksel Toprak Yapı Malzemeleri	293
5.1.2. Nesil Yapı Malzemesi Alker.....	294
5.1.3. Nanoteknoloji Destekli Gelişmiş Toprak Yapı Malzemeleri.	294

SEKİZİNCİ BÖLÜM

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE TEMEL YAPI MALZEMELERİ; TUĞLALAR, SERAMİKLER, PORSELEN, MERMER VE GRANİTLER

1. TEMEL YAPI MALZEMELERİ.....	299
1.1. İnşaat Mühendisliğinde Temel Yapı Malzemeleri, Tuğlalar, Seramikler, Porselen, Mermer ve Granitler	299
1.1.1. Tuğlalar.....	300
1.1.2. Kiremitler.....	307
1.1.3. Seramikler Türleri ve Kullanım Alanları.....	308
1.1.4. Porselen Türleri ve Kullanım Alanları.....	310
1.1.5. Mermer ve Granitlerin Kullanım Alanları	312
2. YENİ VE GELİŞMİŞ YAPI MALZEMELERİ.....	314
2.1. Fiber Takviyeli Kompozit Malzemeler.....	314
2.1.1. Cam Fiber Kompozit	315
2.1.2. Karbon Fiber Kompozit	316
2.1.3. Aramid Fiber Kompozit.....	316
3. NANO TEKNOLOJİ İLE GELİŞTİRİLMİŞ MALZEMELER	317
3.1. Nanokompozit Malzemeler.....	317
3.2. Nanofiber Malzemeler	318
3.3. Nanopartikül Malzemeler	319
4. AKILLI YAPI MALZEMELERİ	320
4.1. Termo-reaktif Malzemeler.....	320
4.2. Piezoelektrik Malzemeler	321
4.3. Manyetik Malzemeler	322
5. 3D BASKI YAPI MALZEMELERİ	323
5.1. 3D Baskı Betonu.....	324
5.2. 3D Baskı Metali	325
5.3. Biyolojik Malzemeler	326
6. YAPI MALZEMELERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI, GELENEKSELDEN YENİLİKÇİYE.....	327

DOKUZUNCU BÖLÜM

ÇELİK, ALÜMİNYUM, PREFABRİK, PVC VE METAL MALZEMELER

1. ÇELİK YAPILAR VE MALZEMELER	334
1.1. Çelik Yapı Malzemeleri	334
1.1.1. Çelik Yapı Malzemelerinin Kullanım Alanları.....	337
1.1.2. Çeliğin Tarihsel Gelişimi	339
1.1.3. Çeliğin Diğer Mühendislik Alanlarına Katkısı	340
2. ALÜMİNYUM YAPILAR VE MALZEMELER.....	345
2.1. Alüminyumun Yapılarda Kullanım Alanları	345
2.1.1. Cephe Kaplama Sistemleri.....	346
2.1.2. Örnek Uygulamalar	347
2.1.3. Pencere ve Kapı Çerçeveleri	348
2.1.4. Büyük Yapılarda Yapısal Çerçeveler.....	349
2.1.5. Yük Taşıma Kapasitesi	350
2.1.6. Çatı Sistemleri.....	351
2.1.7. Merdiven ve Korkuluk Sistemleri.....	352
2.1.8. Gölgeleme Sistemleri ve Panjurlar	353
2.1.9. Tavan ve Zemin Sistemleri	354
2.1.10. Isı ve Ses Yalıtımı Özellikleri	355
2.1.11. Asma Tavan ve Kompozit Paneller	355
2.1.12. Yangın Dayanımı ve Ses Yalıtımı	356
2.1.13. Mobilya ve İç Mekan Tasarımı	356
2.1.14. Aşınma ve Yıpranma Dayanımı.....	357
2.1.15. Mobilya ve İç Mekan Tasarımında Kullanımı	357
2.1.16. Köprü ve Viyadükler.....	357
2.2. Çevresel Dayanıklılık ve Bakım Avantajları	358
2.3. Maliyet Faktörleri	358
2.4. Isı Yalıtımlı Alüminyum Paneller.....	358
2.5. Sıfır Enerjili Yapılarda Kullanım.....	358
2.6. Alüminyumun Kullanım Alanları	360
2.7. Alüminyumun Diğer Mühendislik Alanlarına Katkısı.....	363
3. PREFABRİK YAPILAR VE MALZEMELERİ.....	365
3.1. Prefabrik Yapı Malzemeleri.....	365
3.2. Prefabrik Yapı Malzemelerinin Kullanım Alanları	367

3.2.1. Konut Projeleri.....	368
3.2.2. Ticari Binalar	370
3.2.3. Endüstriyel Tesisler	372
3.2.4. Acil Konut İhtiyaçları.....	373
3.2.5. Sağlık ve Eğitim Tesisleri.....	373
4. PVC VE METAL MALZEMELER.....	374
4.1. PVC (Polivinil Klorür) Yapı Malzemesi	374
4.2. PVC (Polivinil Klorür) Yapı Malzemesi. Kullanım Alanları	375
4.3. PVC ve Metal Malzemelerin Yapı ve İç Mekan Tasarımlarında Kullanımı Dayanıklılık, Estetik ve İşlevsellik	376
4.4. PVC Malzemenin Uygulama Alanları ve Özellikleri	376
5. DİĞER METAL MALZEMELER.....	378
5.1. Çinko, Bakır ve Titanyumun Yapılarda Kullanımı.....	378
5.1.1. Çinko.....	378
5.1.2. Bakır	379
5.1.3. Titanyum.....	379
5.2. Metal Gölgeleme Sistemleri	381
5.3. Dekoratif Metal Paneller.....	383

ONUNCU BÖLÜM

YALITIM MALZEMELERİ GELENEKSEL VE YENİ NESİL ÇÖZÜMLER İLE YAPISAL PERFORMANS ARTIRIMI

1.YENİ NESİL VE GELENEKSEL YALITIM MALZEMELERİ	389
1.1. Isı Yalıtım Malzemeleri	389
1.1.1. Geleneksel Isı Yalıtım Malzemeleri.....	390
1.1.2. Yeni Nesil Isı Yalıtım Malzemeleri	391
1.2. Ses Yalıtım Malzemeleri.....	392
1.2.1. Geleneksel Ses Yalıtım Malzemeleri.....	392
1.2.2. Yeni Nesil Ses Yalıtım Malzemeleri	393
1.3. Nem ve Rutubet Yalıtım Malzemeleri	395
1.3.1. Geleneksel Nem ve Rutubet Yalıtım Malzemeleri	395
1.3.2. Yeni Nesil Nem ve Rutubet Yalıtım Malzemeleri.....	396
1.4. Yangın Yalıtım Malzemeleri	398
1.4.1. Geleneksel Yangın Yalıtım Malzemeleri	398
1.4.2. Yeni Nesil Yangın Yalıtım Malzemeleri	399
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	401

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Elek Analizi Deneyi.....	59
Şekil 2. Beton Agregaları.....	63
Şekil 3. Birim Ağırlık Testi	67
Şekil 4. Slump Testi.....	69
Şekil 5. Banç Dayanımı Testi	71
Şekil 6. Birim Ağırlık Testi	73
Şekil 7. Büzülme Testi.....	75
Şekil 8. Çimento Bağlayıcı Maddesinin Uygulaması.....	89
Şekil 9. Alçı'nın İnşaat Sektöründeki Uygulama Örneği	95
Şekil 10. Asfalt İnşaat Sektöründe ki Uygulama Örneği.....	98
Şekil 11. Kireç Bağlayıcı Malzemesinin İnşaat Sektöründe ki Uygulama Örneği.....	100
Şekil 12. Betonun İnşaat Sektöründe Uygulaması.....	124
Şekil 13. Taze Beton İnşaat Sahasında Uygulanması.....	126
Şekil 14. Beton Türleri ve Çeşitleri	129
Şekil 15. Yeni Nesil Betonlar	131
Şekil 16. Nanoteknoloji İle Betonlar	135
Şekil 17. Ahşap Türleri.....	156
Şekil 18. Sert Ağaç Türlerine Örnekler	166
Şekil 19. Yumuşak Ağaçlara Örnekler	168
Şekil 20. Yerel Ahşap Türleri.....	171
Şekil 21. Ahşap Karkas Sistemler.....	175
Şekil 22. Bağdadi Yapılara Örnek	177
Şekil 23. Modern Ahşap Yapı Sistemleri ve Uygulama Örnekleri.....	179
Şekil 24. Çapraz Laine Ahşap.....	182
Şekil 25. Yapısal Kompozit Ahşaplar.....	184
Şekil 26. Ahşabın Kullanım Alanlarına Bazı Örnekler	187
Şekil 27. Cam Yapılar.....	209
Şekil 28. Strüktürel Silikon Cephelere Örnek	210
Şekil 29. Çift Cephe Sistemlerine Örnek.....	212
Şekil 30. Cam Bölmelere Örnekler.....	213
Şekil 31. Cam Kapılara Örnekler.....	215
Şekil 32. Cam Merdivene Örnek	216
Şekil 33. Cam Zeminlere Örnek	218

Şekil 34. Cam Mobiyalara Örnekler.....	219
Şekil 35. Cam Dekorasyon Elemanlarına Örnekler.....	221
Şekil 36. Camın Müzeler, Sergi Alanları gibi alanlarda Kullanılmasına dair Örnek	222
Şekil 37. Cam Kubbeler ve Çatılar.....	224
Şekil 38. Düşük E(Low-E) Camlar.....	226
Şekil 39. Solar Sistemlere Örnek.....	227
Şekil 40. Fotovoltaik Camlara Örnek	228
Şekil 41. The Louvre Piramidi	239
Şekil 42. The Gherkin (30 St Mary Axe)	241
Şekil 43. The Eden Project	243
Şekil 44. NEMA Chicago.....	245
Şekil 45. Toprak Malzemesi.....	251
Şekil 46. Toprak Dokusu	256
Şekil 47. Kerpiç Yapımına ait Örnek	259
Şekil 48. Toprak Sıkıştırılmasına ait Örnek	264
Şekil 49. Toprak Torba Yapım Tekniğine Örnek.....	267
Şekil 50. Döşemede Kullanılan Toprak Türleri.....	269
Şekil 51. Çatı (Dam) Oluşumuna Örnek	271
Şekil 52. Duvar Konsrüksiyonlarda Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılan Toprak Uygulamalarına Örnekler.....	274
Şekil 53. İç Mekanlarda Toprak Kullanımına Örnek	276
Şekil 54. Dekoratif ve İnce İşlerde Toprak Kullanımına Örnek.....	278
Şekil 55. Alker Malzemesine Örnek.....	282
Şekil 56. Nanokil ile Güçlendirilmiş Toprak Yapı Malzemelerinin Kullanımına ait Örnekler	285
Şekil 57. Polimerle Stabilize Edilmiş Toprak Malzemelere Örnek.....	288
Şekil 58. Karbon Nanotüpler ile Takviye Edilmiş Topraklara Örnekler	291
Şekil 59. Tuğlalar, Seramikler, Porselen, Mermer ve Granitler	299
Şekil 60. Tuğlalara Örnekler	300
Şekil 61. Kiremit Türlerine Örnekler	307
Şekil 62. Seramik Türlerine Örnekler.....	308
Şekil 63. Seramik Türlerine Örnekler.....	310
Şekil 64. Seramikler, Porselenlerin İç Mekan ve Dış Mekanda Kullanımına Örnekler	310
Şekil 65. Mermer ve Granitlerin Çeşitleri	312
Şekil 66. Fiber Takviyeli Kompozit Malzemelere Örnek	315

Şekil 67. Cam Fiber Kompozit Malzemeler	315
Şekil 68. Nano Teknoloji ile Gelişmiş Malzemeler.....	317
Şekil 69. Akıllı Malzemelere Örnekler.....	320
Şekil 70. 3D Baskı Malzemelerine Örnekler	323
Şekil 71. Çelik Yapılara Örnek.....	334
Şekil 72. Çelik Yapı Malzemelerin Yüksek Katlı Yapılarda Kullanımı Gösteren Örnek	337
Şekil 73. Çeliğin Köprülerde Kullanımına ait Örnek	337
Şekil 74. Çeliğin Endüstriyel Tesislerde Kullanımını Gösteren Örnek	338
Şekil 75. Çeliğin Stadyumlarda Kullanımına dair Örnek	338
Şekil 76. Çeliğin Otomotiv Sektöründe Kullanımını Gösteren Örnek	341
Şekil 77. Çeliğin Uzay ve Uçak Mühendisliğinde Kullanım Alanlarını Gösteren Örnek	343
Şekil 78. Çeliğin Günlük Hayatta Kullanımı Alanlarını Gösteren Örnekler	345
Şekil 79. Alüminyumun Cephe Kaplamalarında Kullanım Alanını Gösteren Örnek	346
Şekil 80. Alüminyumun Pencere ve Kapı Çerçevelerinde Kullanımını Gösteren Örnek	348
Şekil 81. Büyük Yapılarda Yapısal Çerçevelerde Kullanılmasına dair Örnek.....	349
Şekil 82. Çatı Sistemlerde Uygulanmasını Gösteren Örnek	351
Şekil 83. Merdiven ve Korkuluk Sistemlerinde Kullanımın Gösteren Örnek.....	352
Şekil 84. Gölgeleme Sistemlerinde ve Panjurlarda Kullanımın Gösteren Örnek	353
Şekil 85. Tavan ve Zemin Sistemlerinde Kullanımın Gösteren Örnek	354
Şekil 86. Asma Tavan ve Kompozit Panellerde kullanılmasını Gösteren Örnek.....	355
Şekil 87. Mobilya ve İç Mekan Tasarımında Kullanımın Gösteren Örnek	356
Şekil 88. Köprü ve Viyadüklerde Kullanımın Gösteren Örnek.....	357
Şekil 89. Alüminyumun Kullanım Alanlarını Gösteren Örnek	360
Şekil 90. Alüminyumun Diğer Mühendislik Alanlarında Kullanımını Gösteren Örnek	363
Şekil 91. Alüminyumun Günlük Hayatta Kullanım Alanlarını Gösteren Örnek.....	364
Şekil 92. Prefabrik Yapılara Örnek.....	365
Şekil 93. Prefabrik Yapı Malzemelerinin Kullanım Alanlarına Örnek	367

Şekil 94. Prefabrik Yapı Malzemelerinin Ofis Binaları, Alışveriş Merkezleri, Oteller vb Yapılarda Uygulanmasına dair Örnek.....	369
Şekil 95. Prefabrik Yapı Malzemelerinin Fabrikalar, Depolar, Atölyeler ve diğer Endüstriyel Yapılarda Kullanımını Gösteren Örnek	372
Şekil 96. Prefabrik Yapı Malzemelerinin Acil Konut İhtiyaçlarını Karşılama Yönelik Kullanılmasını Gösteren Örnek	373
Şekil 97. PrefabrikYapı Malzemelerinin Sağlık Sektöründe Kullanımını Gösteren Örnek.....	373
Şekil 98. PVC Yapı Malzemelerinin Kullanım Alanlarını Gösteren Örnek	375
Şekil 99. Yeni Nesil Yapı Malzemelerinin Uygulamalarını Gösteren Örnek	389
Şekil 100. Isı Yalıtım Malzemelerinin İnşaat Sektöründe ki Uygulamasını Gösteren Örnek.....	390
Şekil 101. Yeni Nesil Yalıtım Malzemelerinin Uygulamasını Gösteren Örnek	391
Şekil 102. Yeni Nesil Ses Yalıtım Panellerinin Uygulanmasını Gösteren Örnek	393
Şekil 103. Geleneksel Nem ve Rutubete Karşı Yapı Yalıtım Malzemesi Uygulama Örneği.....	395
Şekil 104. Yeni Nesil Nem ve Rutubet Yalıtım Malzemelerinin Uygulama Örneği.....	396
Şekil 105. Kristalize Yalıtım Malzemelerinin Uygulanmasını Gösteren Örnek	397
Şekil 106. Yangın Yalıtım Malzemelerinin Uygulanmasını Gösteren Örnek	398
Şekil 107. Yeni Nesil Yangın Yalıtım Malzemelerinin Uygulanmasını Gösteren Örnek	399
Şekil 108. Yangına Dayanıklı Köpük Uygulanmasını Gösteren Örnek	400

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Doğal Taşların Jeolojik Oluşumuna Göre Sınıflandırılması...	32
Tablo 2. Doğal Taş Türlerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	34
Tablo 3. Doğal Taş Türleri ve İşlenme Durumuna Göre Sınıflandırma	35
Tablo 4. İşlenmiş Taş Türleri ve Kullanım Alanları	35
Tablo 5. Doğal Taş Türlerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	36
Tablo 6. Farklı Agregalar Türlerinin Birim Ağırlık Değerleri	50
Tablo 7. Farklı Agregalar Türlerinin Özgül Ağırlık Değerleri.....	52
Tablo 8. Farklı Agregalar Türlerinin Kompozite Değerleri.....	53
Tablo 9. Agregaların Porozite Değerleri	55
Tablo 10. Farklı Agregalar Türlerinin Su İçeriği Değerleri	57
Tablo 11. Beton Karışım Tasarımında Teknik Parametreler	65
Tablo 12. Agregalar Türlerine Göre Karışım Oranları ve Dayanıklılık	77
Tablo 13. Farklı Agregalar Türlerinin Birim Ağırlık Değerleri	79
Tablo 14. Farklı Agregalar Türlerinin Özgül Ağırlık Değerleri.....	80
Tablo 15. Farklı Agregalar Türlerinin Porozite Değerleri.....	81
Tablo 16. Farklı Agregalar Türlerinin Dayanım Testleri ve Dayanım Değerleri.....	82
Tablo 17. Hidratasyon Reaksiyonları ve Etkileri	110
Tablo 18. Katılma ve Sertleşme Süreçleri	111
Tablo 19. Çimentonun Fiziksel Özellikleri ve Teknik Detayları	111
Tablo 20. Çimentonun Mekanik Özellikleri ve Teknik Detayları.....	112
Tablo 21. Çimentonun Ana Bileşenleri ve Etkileri	112
Tablo 22. Puzolanların Tanımı ve Sınıflandırılması	113
Tablo 23. Doğal ve Yapay Puzolanların Teknik Özellikleri	114
Tablo 24. Puzolanların Faydaları ve Kullanım Alanları	115
Tablo 25. Puzolanların Beton Özelliklerine Etkisi ve Önerilen Kullanım Oranları	115
Tablo 26. Puzolan Kullanımının Çevresel ve Ekonomik Etkileri	116
Tablo 27. Puzolanlarla İlgili Standartlar ve Teknik Detaylar	116
Tablo 28. Nem İçeriğinin Ahşabın Özelliklerine Etkisi.....	157
Tablo 29. Ahşabın Nem İçeriğine Bağlı Özellikleri.....	158
Tablo 30. Ahşabın Farklı Yönlerde Büzülme ve Şişme Özellikleri....	158
Tablo 31. Ahşabın Büzülme ve Şişme Etkileri ve Azaltma Yöntemleri	159

Tablo 32. Ahşabın Büzülme ve Şişmesinde Teknik Detaylar ve Pratik Bilgiler	159
Tablo 33. Ahşabın Termal Özellikleri ve Teknik Detaylar.....	160
Tablo 34. Ahşabın Akustik Özellikleri ve Teknik Detaylar	160
Tablo 35. Farklı Malzemelerin Isıl İletkenlik Değerleri	162
Tablo 36. Ahşabın Mekanik Özelliklerinin Detaylı İncelenmesi.....	163
Tablo 37. Ahşap Kusurlarının Mekanik Özelliklere Etkisi, Teknik Detaylar ve Kontrol Yöntemleri	165
Tablo 38. Sert ve Yumuşak Ağaçların Karşılaştırılması.....	171
Tablo 39. Yaygın Ahşap Türleri ve Özellikleri	173
Tablo 40. Ahşap Yapıların Tasarım ve Hesap Esasları.....	188
Tablo 41. Ahşap Yapılarda Koruma Yöntemleri, Teknik Detaylar ve Uygulama Bilgileri	191
Tablo 42. Termik ve Kimyasal Modifikasyon Teknikleri ile Ahşabın Korunması.....	192
Tablo 43. Ahşap Koruma Teknolojileri ve Teknik Detaylar	192
Tablo 44. Emprenye Maddelerinin Etkinliği ve Çevresel Etkileri.....	193
Tablo 45. Ahşabın Yangına Dayanımının Diğer Malzemelerle Karşılaştırılması	195
Tablo 46. Dünyanın En Büyük Ahşap Yapı Örneği	196
Tablo 47. Dünyanın En Büyük Ahşap STriktür Yapısına Örnek.....	197
Tablo 48. Camın Kimyasal Bileşenleri, Fonksiyonları ve Çevresel Etkileri	202
Tablo 49. Camın Üretim Süreci ve Bileşenlerin Fiziksel Özelliklere Katkıları	204
Tablo 50. Camın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etki Eden Faktörler	204
Tablo 51. Camın Mekanik, Termal ve Optik Özelliklerinin İnşaat ve Mimari Tasarımda Kullanımına Yönelik Parametreler	205
Tablo 52. Cam Test Yöntemleri ve Performans Değerlendirme Standartları.....	207
Tablo 53. Standartlar ve Teknik Şartnameler	208
Tablo 54. The Louvre Piramidi - Teknik Özellikler ve Mühendislik Analizi.....	239
Tablo 55. The Gherkin (30 St Mary Axe) - Teknik Özellikler ve Mühendislik Analizi	241
Tablo 56. The Eden Project - Teknik Özellikler ve Mühendislik Analizi	243

Tablo 57. NEMA Chicago - Teknik Özellikler ve Mühendislik Analizi	245
Tablo 58. Toprağın Bileşenlerinin Oranları Ve İşlevleri	253
Tablo 59. Toprak Yapı Tipleri ve Özellikleri.....	258
Tablo 60. Stabilizasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması	282
Tablo 61. Yapı Malzemelerinin Karşılaştırılması	294
Tablo 62. Tuğla Türleri, Ölçüleri ve Teknik Özellikleri	304
Tablo 63. Yapı Malzemelerinin Avantaj ve Dezavantajları, Gelenekselden Yenilikçiye	327
Tablo 64. Çelik Yapı Malzemelerinin Avantaj ve dezavantajları	336
Tablo 65. Çeliğin İnşaat Mühendislerine Sağladığı Katkılar	339
Tablo 66. Çeliğin Mimarlığa Sağladığı Katkılar	339
Tablo 67. Çeliğin Makine Mühendisliğindeki Kullanım Alanları	340
Tablo 68. Makine Mühendisliğinde Kullanılan Çelik Türlerinin Karşılaştırması	340
Tablo 69. Otomotiv Mühendisliğinde Kullanılan Çelik Türlerinin Karşılaştırması	342
Tablo 70. Farklı Çelik Türlerinin Teknik Özellikleri ve Uygulama Alanları.....	344
Tablo 71. Uzun ve Havacılık Mühendisliğinde Kullanılan Çelik Türlerinin Karşılaştırması	344
Tablo 72. Alüminyum Malzemelerin Avantajları Ve Dezavantajları	359
Tablo 73. Alüminyumun İnşaat Mühendislerine Sağladığı Katkılar ..	361
Tablo 74. Alüminyumun Mimarlığa Sağladığı Katkılar	362
Tablo 75. PVC Ve Metal Malzemelerinin Avantaj Ve Dezavantajları	375
Tablo 76. PVC ve Metal Malzemelerin Karşılaştırmalı Avantaj ve Dezavantajları	377

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Su/Çimento Oranı ile Basınç Dayanımı İlişkisi	142
Grafik 2. Su Azaltıcı Katkılar ile Basınç Dayanımı İlişkisi	147
Grafik 3. Hızlandırıcı ve Geciktirici Katkılarının Priz Süresine Etkisi .	151
Grafik 4. Hava Sürükleyici Katkılar ile Donma-Çözülme Dayanımı İlişkisi.....	151

FORMÜLLER DİZİNİ

Formül 1. Birim Ağırlık Hesaplama Formülü	49
Formül 2. Özgül Ağırlık Hesaplama Formülü.....	51
Formül 3. Kompozite Formülü	53
Formül 4. Porozite Formülü	54
Formül 5. Agreganın su içeriği, Formülü	56
Formül 6. Beton Karışım Hesabı Formülü	141
Formül 7. Basınç Dayanım Formülü	143
Formül 8. Eğilme Dayanımı Formülü	144
Formül 9. Yarma Dayanımı Formülü	145
Formül 10. Elastisite Modülü, Betonun Elastik Deformasyon Kapasitesinin Hesaplanması	145
Formül 11. Isıl İletkenliği Hesaplama Formülü ve Ses Emilim Katsayısı Hesaplama Formülü.....	161

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Agarwal, A., & Garg, M. (2018). *Concrete Technology*. New Age International Publishers.

Ahmadi, M., & Shekarchi, M. (2010). Use of natural zeolite as a supplementary cementitious material in concrete. *Cement and Concrete Composites*, 32(2), 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.10.006>

Aitcin, P.-C. (1998). *High-Performance Concrete*. E & FN Spon.

Alexander, M. G., & Mindess, S. (2005). *Aggregates in Concrete*. Taylor & Francis.

Allen, E., & Iano, J. (2013). *Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Amano, K., & Ohnishi, K. (2017). Structural performance and durability of recycled aggregate concrete with blast-furnace slag. *Materials and Structures*, 50(1), 25-34. <https://doi.org/10.1617/s11527-016-0977-1>

Amziane, S., & Arnaud, L. (Eds.). (2013). *Bio-aggregate-based Building Materials: Applications to Hemp Concretes*. Springer.

Anderson, D., & Berwald, J. (2005). Development of new lightweight aggregate for self-compacting concrete. *Concrete International*, 27(4), 41–46.

Ang, H. H., & Sivakumar, V. (2012). Structural behavior of lightweight aggregate concrete subjected to high temperatures. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 24(8), 1030–1037. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000465](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000465)

Ashby, M. F. (2012). *Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

Ashby, M. F., & Johnson, K. (2013). *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Asokan, P., Osmani, M., & Price, A. D. F. (2009). Assessing the recycling potential of glass fibre reinforced plastic waste in concrete and cement composites. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 821–829. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.004>

Atkinson, H. V., & Shi, G. (2003). Characterization of the rheology of semisolid metal slurries. *Materials Science and Engineering: A*, 361(1–2), 175–187. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(03\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(03)00526-9)

Attard, M. M., & Setunge, S. (2008). Strength and durability properties of high-performance lightweight concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 20(1), 88–95. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2008\)20:1\(88\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2008)20:1(88))

Autio, M. (2005). Impact of using alternative construction materials on concrete performance. *Construction and Building Materials*, 19(8), 627–634. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.017>

Azevedo, A. R. G., & Vieira, C. M. F. (2020). Properties of recycled aggregate concrete with eco-friendly binders. *Construction and Building Materials*, 247, 118450. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118450>

Abrahamsen, R. (2017). *Mjøstårnet – Construction of an 81 m tall timber building*, 23. *Internationales Holzbau-Forum IHF*.

Abrahamsen, R. B., & Malo, K. A. (2014). Structural design and assembly of “Treet” - A 14-storey timber residential building in Norway. *World Conference on Timber Engineering*, August 10-14, Quebec City, Canada.

ACI Committee 318. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19)*. American Concrete Institute.

Alberti, M. (2008). *Advances in urban ecology: Integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*. Springer.

American Wood Council. (n.d.). *National design specification for wood construction (NDS)*.

ASTM International. (2002). *ASTM C109/C109M-02: Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in. or [50-mm] cube specimens)*. ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0109_C0109M-02

ASTM International. (2015). *ASTM C127-15: Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate*. ASTM International.

ASTM International. (2018). *ASTM C191-18: Standard test methods for time of setting of hydraulic cement by Vicat needle*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0191-18>

ASTM International. (2018). *ASTM C204-18: Standard test methods for fineness of hydraulic cement by air-permeability apparatus*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0204-18>

Boros, G. (2012). *Fire safety of timber structures*. Springer.

Barnes, M. R., & Dickson, M. (2000). Structural design of the Eden Project biomes. *Structural Engineer*, 78(17), 29-37.

Bell, F. G. (1993). *Engineering treatment of soils*. E & FN Spon.

Beranek, L. L., & Vér, I. L. (2006). *Noise and vibration control engineering: Principles and applications*. John Wiley & Sons.

Bodig, J., & Jayne, B. A. (1982). *Mechanics of wood and wood composites*. Van Nostrand Reinhold.

Bojinovski, Z., & Iliev, I. (2014). Seismic hazard assessment of the Republic of Macedonia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14(3), 593–601. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-593-2014>

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293–301. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00041-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00041-7)

- Bowyer, J., Fernholz, K., Groot, H. W., & Pepke, E. (2016). *Modern tall wood buildings: Opportunities for innovation*. Dovetail Partners Inc.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2010). *Elements of the nature and properties of soils*. Pearson.
- Buchanan, P. (2005). The architecture of Norman Foster. *Architectural Review*, 218(1305), 72–83.
- Ceccotti, A. (2008). New technologies for construction of medium-rise buildings in seismic regions: The XLAM case. *Structural Engineering International*, 18(2), 156-165.
- Cecobois. (2018). *Origine Quebec City, case study*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois, Canada.
- Crespell, P., & Gagnon, S. (2010). *Cross laminated timber: A primer* (Special Publication 52). FPInnovations.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Chandra, S., & Berntsson, L. (2002). *Lightweight Aggregate Concrete: Science, Technology, and Applications*. Noyes Publications.
- Chen, W. F., & Liew, J. Y. R. (Eds.). (2002). *The Civil Engineering Handbook*. CRC Press.
- Ding, G. K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451-464.
- Dimitrovski, D., & Iliev, D. (2016). Sustainable tourism development in Mavrovo National Park. *Economic Development*, 18(3), 45–58. <https://doi.org/10.4236/ed.2016.183004>
- Dinwoodie, J. M. (2000). *Timber: Its nature and behaviour*. E & FN Spon.
- Eurocode 5: Design of timber structures. European Committee for Standardization.

- Falk, R. H. (2009). Wood as a sustainable building material. In *Wood handbook* (Chapter 1). USDA Forest Service.
- Forest Products Laboratory. (2010). *Wood handbook: Wood as an engineering material*. USDA Forest Service.
- Foster + Partners. (n.d.). Project details: 30 St Mary Axe. <https://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/>
- Foth, H. D. (1990). *Fundamentals of soil science*. John Wiley & Sons.
- TS 2471: Odunun fiziksel ve mekanik deney metotları - Fiziksel özelliklerin tayini. Türk Standartları Enstitüsü.
- Gehry Partners. (n.d.). Project documentation: Fondation Louis Vuitton. <https://www.fondationlouisvuitton.fr/en/the-building>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150192>
- Grimshaw Architects. (n.d.). Case studies: The Eden Project. <https://grimshaw.global/projects/the-eden-project/>
- Gustavsson, L., Pingoud, K., & Sathre, R. (2006). Carbon dioxide balance of wood substitution: Comparing concrete- and wood-framed buildings. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11(3), 667-691.
- Hardt, U. H. (2018). Naval Air Station Tillamook / Tillamook Air Museum. *The Oregon Encyclopedia*.
- Harte, A. M. (2017). Mass timber – The emergence of a modern construction material. *Journal of Structural Integrity and Maintenance*, 2(3), 121-132.
- Häring, C. (2012). Dome structures. In P. B. Lourenço & J. M. Branco (Eds.), *Saldome 2, Seminário Coberturas de Madeira* (pp. 127-132).
- Hillel, D. (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier.
- Honey, M. (2008). *Ecotourism and sustainable development: Who owns paradise?* (2nd ed.). Island Press.

Houben, H., & Guillaud, H. (1994). *Earth construction: A comprehensive guide*. Intermediate Technology Publications.

High-rise building structural design in windy cities. (2019). *Chicago Engineering Journal*.

Ingles, O. G., & Metcalf, J. B. (1972). *Soil stabilization: Principles and practice*. Butterworths.

Jensen, J. L. (2014). The Metropol Parasol Project: Innovative Timber Architecture in Seville, Spain. *Journal of Green Building*, 9(3), 130-145.

Kafescioğlu, R. (1983). Alker: A new building material. *İTÜ Journal*, 42(1), 55–68.

Kafescioğlu, R. (2014). *Çağdaş yapı malzemesi toprak ve Alker* (Planlanan yayın). Kendisinin izni ile alıntılar, yeniden düzenlemeler ve ilaveler yapılmıştır.

Karanfilovski, P., Jovanovski, V., & Zdraveva, P. (2018). Sustainable building practices in Macedonia: Challenges and opportunities. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 23(2), 75–84. <https://doi.org/10.5296/jsace.v23i2.13276>

Keefe, L. (2005). *Earth building: Methods and materials, repair and conservation*. Taylor & Francis.

Khalili, N., & Vitt, E. (1999). *Earthbag building: The tools, tricks and techniques*. CalEarth Press.

Kollmann, F. F. P., & Côté, W. A. (1968). *Principles of wood science and technology*. Springer-Verlag.

Kume, K., Saitoh, M., Esaka, Y., Nishiya, T., Tanaka, H., Yamashita, M., & Murakami, K. (2019). Complex structure combined with timber BSS and cantilever. *IASS Annual Symposium 2019 – Structural Membranes 2019, Form and Force*, 7–10 October, Barcelona, Spain.

Kuzman, M. K., Oblak, L., & Vratuša, S. (2010). Glued laminated timber in architecture. *Drvna Industrija*, 61(3), 197–204.

Kürekent 2013: Entwerfen eines Dorfes aus Lehm. Çiçek, B., & Cancino, P. (2011). *Masterthesis*, Bauhaus-Universität Weimar, Professur Entwerfen und Tragwerkskonstruktion.

Lea, F. M. (2004). *Lea's chemistry of cement and concrete*. Elsevier.

LEED v4 for building design and construction. (2018). *U.S. Green Building Council*.

Little, D. N. (1995). *Handbook for stabilization of pavement subgrades and base courses with lime*. Kendall/Hunt Publishing.

Louvre Museum. (n.d.). *Official website*. <https://www.louvre.fr/en>

Maher, M. H., & Ho, Y. C. (1994). Mechanical properties of Kaolinite/Fiber soil composite. *Journal of Geotechnical Engineering*, 120(8), 1381–1393.

Mayer, H. (2011). Metropol Parasol Sevilla. *Detail*, 51(5), 490–495.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2006). *Concrete: Microstructure, properties, and materials*. McGraw-Hill Education.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

Miles, J., & Spencer, B. (2005). Damp earth floors: Design, construction and maintenance. *Building Conservation Directory*.

Milner, H. R. (2009). Sustainability of engineered wood products in construction. In J. Khatib (Ed.), *Sustainability of construction materials* (pp. 184–212). Woodhead Publishing.

Minke, G. (2006). *Building with earth: Design and technology of a sustainable architecture*. Birkhäuser.

Mindess, S., & Young, J. F. (1981). *Concrete*. Prentice Hall.

Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete*. Prentice Hall.

Moelven Limtre AS. (2019). *Mjøstårnet technical information*.

Mohammad, M., Gagnon, S., Douglas, B. K., & Podesto, L. (2012). Introduction to cross laminated timber. *Wood Design Focus*, 22(2), 3–12.

- Moody, R. C., & Liu, J. Y. (2011). Glued structural members. In *The Encyclopedia of Wood* (Chapter 11). Skyhorse Publishing
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete*. Pearson Education Limited.
- Nikolovska, L., & Dodeva, S. (2019). Climate change impacts on water resources in Mavrovo National Park. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(2), 65. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7005-5>
- Oyen, M. L. (2014). *Handbook of Biomaterials and Tissue Engineering*. Elsevier Science.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., ... Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10), 823–833. <https://doi.org/10.1641/B570709>
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2265–2300. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.05.011>
- Ong, C. B. (2015). Glue-laminated timber (Glulam). In M. P. Ansell (Ed.), *Wood composites* (pp. 123-140). Woodhead Publishing.
- Pei, M. (1989). Grand design: Louvre pyramid. *Journal of Architectural Engineering*.
- Petkovski, L., & Nikolov, A. (2015). Traditional architecture in rural areas of Macedonia: The case of Mavrovo. *International Journal of Architectural Research*, 9(2), 35–48. <https://doi.org/10.5171/2015.23441>
- Petrova, M., & Doloska, M. (2013). Environmental protection of Mavrovo National Park through sustainable tourism development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 92, 675–682. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.135>
- Pilon, A., Teshnizi, Z., Lopez Behar, D., & Gooch, H. (2018). Brock Commons Tallwood House performance overview. Case study, University of British Columbia's Centre for Interactive Research on Sustainability, Canada.

- Pizzi, A. (2007). Transparency and lightness: The Glass Pavilion by SANAA. *Domus*, (904), 50-57.
- Porteous, J., & Kermani, A. (2013). *Structural timber design to Eurocode 5* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- PTW Architects. (n.d.). Project details: Beijing National Aquatics Centre. <http://www.ptw.com.au/projects/beijing-national-aquatics-centre/>
- Spangler, S. (2016, November 21). Seeing the future of aviation in the past. *JetWhine*. <https://www.jetwhine.com/2016/11/seeing-future-aviation-past/> (Erişim tarihi: 30.12.2020).
- Riberholt, H. (2007). Performance of old glulam structures in Europe. *Rapport, BYG.DTU R-177*. Danmarks Tekniske Universitet.
- Rafael Viñoly Architects. (n.d.). *Project information: NEMA Chicago*. <https://www.rvapc.com/projects/nema-chicago/>
- SANAA Architects. (n.d.). *Portfolio: Toledo Museum of Art, Glass Pavilion*. https://www.sanaa.co.jp/works/2006_toledo.html
- Sandberg, D., Kutnar, A., & Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies—a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 10, 895-908. <https://doi.org/10.3832/ifor2387-010>
- Spangler, S. (2016, November 21). Seeing the future of aviation in the past. *JetWhine*. <https://www.jetwhine.com/2016/11/seeing-future-aviation-past/> (Erişim tarihi: 30.12.2020).
- Shelden, D. R., & Horvath, J. (2015). Digital design and construction of the Fondation Louis Vuitton. *Architectural Design*, 85(5), 90-97.
- Sherwood, P. T. (1993). *Soil stabilization with cement and lime*. HMSO Publications.
- Siau, J. F. (1995). *Wood: Influence of moisture on physical properties*. Department of Wood Science and Forest Products, Virginia Tech.
- Simovski, B. (2017). Biodiversity conservation in Mavrovo National Park. In *Proceedings of the 4th International Conference on Sustainable Development* (pp. 123–130).

Smith, P., & Austin, S. (2016). *Sustainable design and construction*. Routledge.

Stojanovski, V. (2015). The impact of tourism on the environment in Mavrovo National Park. *Tourism and Hospitality Management*, 21(1), 15–26. <https://doi.org/10.4172/2167-0269.1000115>

Stockholm Architectural Review. (2020). Sustainable building design in cold climates.

Thelandersson, S., & Larsen, H. J. (2003). *Timber engineering*. Wiley.

Tillamook Airport. (2012). *Airport layout plan narrative report*. Precision Approach Engineering, Inc. and Coffman Associates, Inc.

Trajkov, S., & Mitic, V. (2016). Environmental issues in Mavrovo National Park: Current state and perspectives. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 6(2), 233–240. <https://doi.org/10.11114/ijee.2016.6.2.3103>

Trusses - Ariake Gymnastics Centre, Japan. (2019). *IASS Annual Symposium 2019 – Structural Membranes 2019, Form and Force, 7 – 10 October, Barcelona, Spain*.

Tsoumis, G. (1991). *Science and technology of wood: Structure, properties, utilization*. Chapman & Hall.

Türk Standartları Enstitüsü. (2012). *TS EN 197-1: Çimento - Bölüm 1: Genel Çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri*.

Türk Standartları Enstitüsü. (2016). *TS EN 196-1: Çimentoların deney metotları*.

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-a). *TS EN 196-2: Çimentoların kimyasal analizleri için deney metotları*.

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-b). *TS EN 196-3: Çimentoların deney metotları - Bölüm 3: Priz süresi ve genleşme tayini*.

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-c). *TS EN 196-6: Çimentoların deney metotları - Bölüm 6: İncelik tayini*.

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-d). *TS 647: Ahşap yapı elemanlarının hesap ve yapım kuralları.*

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-e). *TS EN 1995-1-1 (Eurocode 5): Ahşap yapıların tasarımı - Bölüm 1-1: Genel kurallar ve binalar için kurallar.*

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-f). *TS EN 1995-1-2 (Eurocode 5): Ahşap yapıların tasarımı - Bölüm 1-2: Yangına karşı tasarım kuralları.*

Türk Standartları Enstitüsü. (n.d.-g). *TS EN 338: Yapısal ahşap - Dayanım sınıfları.*

Vara, J. (2019). Lighthouse Joensuu Finland's Tallest Wooden Apartment Building, *PUU wood*, 3/19, 13-17.

Van De Kuilen, J.-W. G., Ceccotti, A., Xia, Z., & He, M. (2011). Very Tall Wooden Buildings with Cross Laminated Timber. *Procedia Engineering*, 14, 1621-1628.

Woschitz V.R, und Zotter, J. (2017). High-rise Timber Building HoHo Vienna – The structural Concept, *Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift*, 162. Jg., Heft 1–12/2017.

Wingårdh Architects Project Portfolio:
<https://www.wingardhs.se/en/projects/the-crystal>

Zhong, S., & Guo, Y. (2008). Structural Design and Construction of the National Aquatics Center. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(10), 801-808.

İnternet Kaynakları:

İnternet-1: Wikipedi, (30.10.2024), Louvre Piramidi,
https://tr.wikipedia.org/wiki/Louvre_Piramidi

İnternet-2: The Gherkin, (30.10.2024), The Gherkin (30 St Mary, **Axe**)
[https://www.google.com/search?q=The+Gherkin+\(30+St+Mary+Axe\)&rlz=1C5CHFA_enTR835TR835&oq=The+Gherkin+\(30+St+Mary+Axe\)&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCjY1MzYxajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=The+Gherkin+(30+St+Mary+Axe)&rlz=1C5CHFA_enTR835TR835&oq=The+Gherkin+(30+St+Mary+Axe)&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCjY1MzYxajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

İnternet-3: The Valley Cornwall, 30.10.2024), 10 Facts About The Eden Project, <https://www.thevalleycornwall.co.uk/news/6-facts-eden-project/>

İnternet-4: skyscrapercenter, 30.10.2024), NEMA Chicago,
<https://www.skyscrapercenter.com/building/nema-chicago/21954>