

**3B BASKI TEKNOLOJISI ILE YAPILACAK YAPILARIN
TASARIM, HESAP VE YAPIM ESASLARI**

Kasım 2025

Ankara

İÇİNDEKİLER

1. GENEL ESASLAR.....	5
1.1. KAPSAM	5
1.2. DENEYE DAYALI TASARIM.....	5
1.3. ATIF YAPILAN STANDART, YÖNETMELİK VE/VEYA DOKÜMANLAR	6
2. SİMGELER, KISALTMALAR VE TANIMLAR.....	9
2.1. SİMGELER.....	9
2.2. TANIMLAR.....	11
3. 3 BOYUTLU BASKI YÖNTEMİNİN TEMEL ESASLARI VE UYGULAMA HAZIRLIKLARI.....	12
3.1. TANIM.....	12
3.2. 3 BOYUTLU BASKI ÖNCESİ HAZIRLIK, KALİBRASYON VE APLİKASYON ESASLARI.....	12
3.2.1. 3 Boyutlu Baskı Cihazının Kurulumu ve Kalibrasyonu.....	12
3.2.2. Aplikasyon	13
4. 3 BOYUTLU BASKI BETONUNUN MALZEME, KARIŞIM VE UYGULAMA ESASLARI.....	14
4.1. 3B BETON BASKI MALZEMESİ.....	14
4.1.1. Çimento	14
4.1.2. Agrega	14
4.1.3. Kimyasal Katkı Malzemeleri	14
4.1.4. Karma Suyu.....	15
4.2. 3 BOYUTLU BASKI BETONUNDA ÇEVRESEL ETKİ KRİTERLERİ	15
4.2.1. Çevresel Sınır Koşulları ve Denetim Esasları	15
4.3. KARIŞIM STANDARDİZASYON ESASLARI.....	16
4.3.1. Karışımın Performans Kriterleri ve Saha Standardizasyonu.....	16

4.4.	3B BASKI BETONUNDA SOĞUK DERZ YÖNETİMİ	17
4.4.1.	Soğuk Derz Yönetiminde Uygulama Esasları.....	17
4.5.	3 BOYUTLU BASKI BETONUNUN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ	18
4.5.1.	Birim Hacim Ağırlığı	18
4.5.2.	Basınç Dayanımı	18
4.5.3.	Çekme Dayanımı.....	18
4.5.4.	Elastisite Modülü, Kayma Modülü ve Poisson Oranı	18
4.5.5.	Donatı Çeliğinin Özellikleri	19
4.6.	ÜRETİLEN BETONUN DENETİMİ.....	19
4.7.	3 BOYUTLU BASKI ELEMANLARINDA KÜRLEME ESASLARI.....	20
4.8.	3 BOYUTLU BASKI ELEMANLARINDA BOYUTSAL STABİLİTENİN KONTROLÜ	20
5.	3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARIN GENEL TASARIM KRİTERLERİ.....	22
5.1.	KAPSAM	22
5.2.	GENEL TASARIM KRİTERLERİ	22
5.3.	TASARIM SINIRLARI	23
6.	3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARIN DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI	30
6.1.	DEPREM YÜKLERİNİN HESAPLANMASI	30
6.2.	DEPREM YÜKLERİNİN TAŞIYICI DUVARLARA DAĞITILMASI.....	31
6.3.	YAPILARDA OLABİLECEK DÜZENSİZLİK KRİTERLERİ	32
6.3.1.	Planda Düzensizlik Durumları	33
6.3.2.	Düşeyde Düzensizlik Durumları	33
7.	TAŞIYICI DUVARLARIN KAPASİTELERİNİN HESAPLANMA YÖNTEMLERİ..	34
7.1.	DEPREM YÜKLERİ ETKİSİNDE TASARIM ESASLARI	34
8.	3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARDA YALITIM UYGULAMA ESASLARI	37

8.1.	GENEL ESASLAR	37
8.2.	3B BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLEN YAPILARDA ISI YALITIMI....	37

1. GENEL ESASLAR

1.1. KAPSAM

1.1.1. Bu Yönetmelik, 3 boyutlu (3B) baskı teknolojisi ile inşa edilen yapı elemanları ve bina türü yapıların kullanım amacı ve hizmet süresine uygun güvenlik düzeyinde tasarımı, hesaplanması, boyutlandırılması ve yapımına ilişkin malzeme gereklilikleri, yeterlilik kriterleri, kontrol ve tasarım hükümleri ile ilgili kural ve koşulları içerir.

1.1.2. Bu Yönetmelik ile atıfta bulunulan diğer yönetmelik ve standartların hükümlerine uygun olarak 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen yapıların; yeterli düzeyde kullanılabilirlik ve dayanıklılık, ile ısı, ses ve su yalıtımı performansına sahip olduğu gösterilir.

1.1.3. Bu Yönetmelik, 3B baskı teknolojisi ile yerinde inşa edilecek bodrum ve çatı katı içermeyen ve zemin üstünde en fazla iki kata sahip olan yapıların tasarım esaslarını kapsar.

1.1.4. Bu Yönetmeliğe göre deprem etkisi altında tasarımı yapılan 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen binalar, malzeme ve işçilik koşulları bakımından Türk Standartları ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Genel Teknik Şartnamesi'ne, 10.07.2013 tarihli ve 28703 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Yapı Malzemeleri Yönetmeliği'ne, 26.06.2009 tarihli ve 27270 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Yapı Malzemelerinin Tabi Olacağı Kriterler Hakkında Yönetmelik kurallarına uygun olacaktır.

1.1.5. Bu Yönetmelik kapsamında tasarım, hesap ve yapım kuralları hakkında hüküm bulunmayan hallerde yürürlükteki Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018, TS 500 ve ilgili diğer Türk Standartlarında belirtilen hükümler geçerlidir.

1.1.6. Sürekli ve tekrarlı makine titreşimleri, yorulma etkisine neden olan hareketli yükler, darbe ve patlama yükleri vb. dinamik etkilere maruz kalacak yapıların tasarımı ve inşası bu Yönetmelik kapsamı dışındadır.

1.2. DENEYE DAYALI TASARIM

1.2.1. Yönetmelikte hüküm veya yeterli hesap modelinin bulunmadığı durumlarda, tasarımda kullanılan varsayımları, malzeme davranışını, 3B beton baskı teknolojisine özgü detayların yapısal performansını doğrulamak amacıyla yapılacak deneysel çalışmalarda TS EN 1990 Ek D'de verilen esaslar veya bu alanda eşdeğer uluslararası kabul görmüş yönetmelik ve standartlar dikkate alınacak, belgelendirme işlemleri ise **1.1.4'**e göre yapılacaktır.

1.3. ATIF YAPILAN STANDART, YÖNETMELİK VE/VEYA DOKÜMANLAR

1.3.1. Bu Yönetmelik kapsamı içinde bulunan 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapı elemanları ve yapı sistemlerinin tasarımında referans verilen standartlar ve yönetmelikler **Tablo 1.1.**'de verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu Yönetmelikte de tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan doküman tarihinin **Tablo 1.1.**'de belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

Tablo 1.1. Atıf yapılan standart ve/veya dokümanlar

EN, ISO, TS vb. No	Adı	Atıf Yapılan Bölüm
ASTM C138/C138M	Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete	Bölüm 4
ASTM C157/C157M	Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete	Bölüm 4
ASTM C185	Standard Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar	Bölüm 4
ASTM E519/E519M	Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages	Bölüm 5
EN ISO 22476-9	Geotechnical investigation and testing — Field testing — Part 9: Field vane test (FVT and FVT-F)	Bölüm 4
TS 1248	Betonun hazırlanması, dökümü ve bakım kuralları - Anormal hava şartlarında	Bölüm 4
TS 13515	TS EN 206'nın uygulanmasına yönelik tamamlayıcı standart	Bölüm 4
TS 498	Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri	Bölüm 6
TS 500:2000 +T1:2001+T2:2002+T3:2014	Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları	Bölüm 4, Bölüm 5, Bölüm 6, Bölüm 7,
TS 706 EN 12620+A1	Beton agregaları	Bölüm 4
TS 708:2016	Çelik - Betonarme için - Donatı çeliği	Bölüm 4
TS 802	Beton karışım tasarımı hesap esasları	Bölüm 4
TS 825	Binalarda ısı yalıtım kuralları	Bölüm 8
TS EN 1008	Beton-Karma suyu-Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki	Bölüm 4

	işlemlerden geri kazanılan su dahil, suyun, beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları	
TS EN 1990:2023	Eurocode - Yapı tasarımı ve geoteknik tasarım esasları	Bölüm 1
TS EN 10025	Sıcak haddelenmiş yapı çelikleri	Bölüm 5
TS EN 12350-1	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1: Numune alma ve yaygın kullanılan cihazlar	Bölüm 4
TS EN 12350-8	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 8: Kendiliğinden yerleşerek sıkışan beton - Çökme yayılma deneyi	Bölüm 4
TS EN 12390-1	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 1: Deney numunesi ve kalıplarının şekil, boyut ve diğer özellikleri	Bölüm 4
TS EN 12390-13	Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 13: Basınç altında sekant elastisite modülü tayini	Bölüm 4
TS EN 12390-2	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2: Dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerinin hazırlanması ve küre tabi tutulması	Bölüm 4
TS EN 12390-3	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayin	Bölüm 4
TS EN 12390-4	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 4: Basınç dayanımı - Deney makinelerinin özellikleri	Bölüm 4
TS EN 12390-6	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 6: Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini	Bölüm 4
TS EN 13670	Beton yapıların inşaatı	Bölüm 4
TS EN 13747+A2	Öndökümlü beton mamuller - Döşeme sistemlerinde kullanılan döşeme plakaları	Bölüm 5
TS EN 14889-1	Lifler – Betonda kullanım için – Bölüm 1: Çelik lifler – Tarifler, özellikler ve uygunluk	Bölüm 4
TS EN 15422	Öndökümlü beton mamuller - Harç ve betonlarda kullanılan cam elyaf takviye malzemesine ait özellikler	Bölüm 4

TS EN 197-1	Çimento - Bölüm 1: Genel çimentolar - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri	Bölüm 4
TS EN 206+A2	Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk	Bölüm 4
TS EN 933-11	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 11: Geri kazanılmış iri agrega bileşenleri için sınıflandırma deneyleri	Bölüm 4
TS EN 934	Kimyasal katkıları - Beton, harç ve şerbet için	Bölüm 4

Tablo 1.2. Atıf yapılan yönetmelikler

Yönetmelik adı	Resmi Gazete Tarihi	Resmi Gazete Sayısı	Atıf Yapılan Bölüm
Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	05.12.2008	27075	Bölüm 8
Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği	27.10.2017	30223	Bölüm 8
Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik	19.12.2007	26735	Bölüm 8
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği	18.03.2018	30364	Bölüm 1, Bölüm 4, Bölüm 5, Bölüm 6
Yapı Malzemelerinin Tabi Olacağı Kriterler Hakkında Yönetmelik	26.06.2009	27270	Bölüm 1
Yapı Malzemeleri Yönetmeliği	10.07.2013	28703	Bölüm 1
Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik	31.05.2017	30082	Bölüm 8

2. SİMGELER, KISALTMALAR VE TANIMLAR

2.1. SİMGELER

Bu Yönetmelik kapsamında kullanılan simgeler **Tablo 2.1**'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Simgeler tablosu

Simge	Açıklama
A	Duvarın toplam enkesit alanı [m^2]
A_{kabuk}	Kabuk şeritlerinin toplam enkesit alanı [m^2]
$A_{örgü}$	Örgü şeridinin enkesit alanı [m^2]
b	Duvar yüksekliğinin duvar uzunluğuna oranı
b_w	Düşey hatıl enkesit genişliği [m]
d	Düşey hatıl enkesit yüksekliği [m]
D	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
d_b	Donatı çapı [m]
e_b	Dışmerkezlilik [m]
$E_{c,3B}$	3B baskı betonun elastisite modülü [MPa]
$E_d^{(Z)}$	(Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi
f_b	Duvar biriminin standartlaştırılmış ortalama basınç dayanımı [MPa]
$f_{ck,1}$	3B baskı betonun 1 günlük karakteristik basınç dayanımı [MPa]
$f_{ck,3}$	3B baskı betonun 3 günlük karakteristik basınç dayanımı [MPa]
$f_{ck,3B}$	3B baskı betonun karakteristik basınç dayanımı [MPa]
f_{ctd}	Betonun tasarım çekme dayanımı [MPa]
$f_{ctk,3B}$	3B baskı betonun karakteristik eksenel çekme dayanımı [MPa]
f_d	Duvar tasarım basınç dayanımı [MPa]
F_{iE}	i'inci kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
f_k	Duvar karakteristik basınç dayanımı [MPa]
F_s	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_{si}	i-inci düşey donatı çubuğundaki gerilme [MPa]
f_{vd}	Duvar tasarım kesme dayanımı [MPa]
f_{vdo}	Eksenel gerilmenin bulunmadığı durumdaki tasarım kesme dayanımı [MPa]
f_{vk}	Duvar karakteristik kesme dayanımı [MPa]
f_{vko}	Karakteristik başlangıç kesme dayanımı [MPa]
$G_{c,3B}$	3B baskı betonun kayma modülü [MPa]
h_{etkin}	Duvarın etkin yüksekliği [m]
I	Bina Önem Katsayısı
l	Duvar kesit uzunluğu [m]

l_c	Duvarın basınca çalışan kısmının boyu [m]
L_{duvar}	Duvar uzunluğu [m]
l_n	Mesnetlenmiş duvar boyu [m]
M_b	Kat burulma momenti [kNm]
M_{Ed}	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti [kNm]
M_{Rd}	Malzeme katsayıları kullanılarak hesaplanan taşıma gücü momenti [kNm]
m_t	Binanın toplam kütlesi [t]
N_{Ed}	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet [kN]
N_{Rd}	Malzeme katsayısı kullanılarak hesaplanan eksenel kuvvet [kN]
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
R_a	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
s	Bindirmeli donatılar arasındaki eksenel mesafe [m]
S_{aR}	Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
t	Duvar kalınlığı [m]
T	Doğal titreşim periyodu [s]
T_A	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
t_{etkin}	Duvar etkin kalınlığı [m]
V_{cr}	Düşey hatıl kesmede çatlama dayanımı [kN]
V_{Ed}	Duvara etkiyen tasarım kesme kuvveti [kN]
V_{Rd}	Toplam tasarım kesme kuvveti [kN]
$V_{Rd,3B}$	3B baskılı duvarın tasarım kesme kuvveti [kN]
V_{tE}	Deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [kN]
w_c	3B baskı betonu birim hacim ağırlığı [t/m ³]
w_g	3B baskı harcı birim hacim ağırlığı [t/m ³]
λ	Narinlik ile ilgili kapasite azaltma katsayısı
ε_{cu}	En dış basınç lifindeki nihai birim kısalma
ε_{si}	i-inci boyuna donatının birim uzama
γ_{3B}	3B baskı betonu için malzeme katsayısı
γ_s	Donatı için malzeme katsayısı
γ_c	Beton için malzeme katsayısı
σ_d	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan düşey basınç gerilmesi [MPa]

ΔF_{NE}	Ek eşdeğer deprem yükü [kN]
-----------------	-----------------------------

2.2. TANIMLAR

2.2.1. Boru Hattı (İletim Hattı): Pompadan çıkan taze betonun nozul ucuna taşınmasını sağlayan esnek veya rijit bağlantı elemanlarından oluşan sistem.

2.2.2. Deneme Yazdırması (Kuru Prova): Baskı öncesinde beton akışı olmadan gerçekleştirilen, robotik sistemlerin hareket doğruluğu, konum senkronizasyonu, nozul yörüngesi ve baskı yolunun kontrol edildiği ön saha uygulaması.

2.2.3. Ekstrüzyon: Beton karışımının nozul aracılığıyla sürekli ve kesintisiz şekilde dışarı itilmesiyle katman oluşturma süreci.

2.2.4. Etkili Yan Yüzey Teması: Örgü şeridinin ve baskı şeritlerinin birbirine temas ederek yük aktarımı ve bütünlük oluşturduğu temas bölgesi.

2.2.5. Katman: 3B baskı sürecinde, taze betonun ardışık olarak bir önceki katman üzerine baskılanması ile oluşan yapı birimi.

2.2.6. Katmanlar Arası Yapışma: Bir katmanın üzerine gelen yeni katmanla kimyasal ve mekanik bağ oluşturma kabiliyeti.

2.2.7. Nozul (Baskı Ucu): Taze betonun katmanlar halinde yüzeye yerleştirilmesini sağlayan baskı ucu.

2.2.8. Pompa: Taze beton karışımını, belirli bir basınç altında, baskı sisteminin besleme hattına ileten mekanik ekipman.

2.2.9. Pompalanabilirlik: Beton karışımının pompalanma sürecinde tıkanma, ayrışma veya akış bozukluğu olmadan iletilebilme özelliği.

2.2.10. Şekil Koruma / Katman Stabilitesi: Basılmış beton katmanlarının, kendi ağırlığı ve üst katman yükleri altında şekil bozulmasına uğramadan geometrik bütünlüğünü koruma özelliği.

2.2.11. Yapı kabuğu: 3B baskı taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan duvar sistemleri, örgü şeritleri ve bunlara ait yalıtım katmanları.

3. 3 BOYUTLU BASKI YÖNTEMİNİN TEMEL ESASLARI VE UYGULAMA HAZIRLIKLARI

3.1. TANIM

3B baskı teknolojisi ile inşa yöntemi; yapı elemanlarının veya bütüncül yapı bileşenlerinin, belirlenen tasarım ve mühendislik hesaplarına uygun biçimde, dijital model verileri esas alınarak, önceden tanımlanmış katman yüksekliği ve üretim yoluna göre ardışık katmanlar halinde kesintisiz biçimde, 3B yazıcı sistemleri kullanılarak inşa edilmesi esasına dayanır. Bu yöntemde:

- a) Üretim süreci; dijital ortamda oluşturulan tasarımın, kullanılacak cihaz ve malzemenin kapasite ile performansına, ayrıca belirlenen tasarım kriterleri ve yapısal gerekliliklere uygun biçimde hazırlanması ile başlar.
- b) Hazırlanan tasarım, baskı sisteminde kullanılacak yazıcının çalıştığı yazılım diline dönüştürülerek sisteme aktarılır.
- c) Malzeme, yazıcı tarafından tasarım aşamasında tanımlanan üretim yolu izleri boyunca, ardışık katmanlar halinde ve katmanlar arasında sürekli bir bağ oluşturacak şekilde, pompa ve ekstrüzyon sistemleri yardımıyla yazdırılır. Bu süreç, kesintisiz ve kontrollü bir üretim esasına dayanır.
- ç) Katmanlı üretim prensibi ile tüm üretim süreci yazıcının sahip olduğu otomasyon sistemleri tarafından yürütülür; bu sistem, malzemenin sürekli ve birbirine bağlanmış katmanlar halinde yerleştirilmesini sağlar.
- d) Yazdırma işlemi, portal (gantry) tipi yazıcı, robotik kol tipi yazıcı veya her iki mekanizmanın birlikte kullanıldığı hibrit yazıcı sistemler ile gerçekleştirilir.

3.2. 3 BOYUTLU BASKI ÖNCESİ HAZIRLIK, KALİBRASYON VE APLİKASYON ESASLARI

3.2.1. 3 Boyutlu Baskı Cihazının Kurulumu ve Kalibrasyonu

3.2.1.1. Betonarme temel, tasarım ve mühendislik hesaplarına uygun biçimde inşa edilir; yüzey düzgünlüğü, kot ayarı ve ankraj bölgeleri 3B baskı uygulamasına uygun olacak şekilde düzenlenir.

3.2.1.2. Yazdırma sürecinde kullanılacak tüm ekipmanların (karıştırıcı, pompa, yazıcı vb.) saha yerleşimi, iletim boru hatları, cihazın yazdırma kapasitesi ve pompaların performans değerleri de dikkate alınarak proje öncesinde planlanır.

3.2.1.3. Saha kurulumu tamamlandıktan sonra, tüm ekipmanların kalibrasyonları kontrol edilir. Üç boyutlu yazdırma işlemini gerçekleştirecek tüm yazıcı türlerinde, her bir eksen için proje dokümanlarında belirtilen miktar ve yönde hassas ve tutarlı şekilde hareket ettiği doğrulanır.

3.2.1.4. Yazıcı sistemi, baskı alanına yerleştirildikten sonra tüm eksen hareketleri, dönüş açıları ve erişim limitleri test edilir.

3.2.1.5. Kalibrasyon kontrolleri sonucunda herhangi bir sapma tespit edilmesi durumunda gerekli düzeltmeler tamamlanmadan üretime başlanamaz.

3.2.2. Aplikasyon

3.2.2.1. Proje koordinat sistemi ile sahadaki referans noktaları eşleştirilir. Üretimin geometrik doğruluğu ve katman hizasının sağlanması açısından baskı alanı sınırları, yapı taban kotu, referans çizgiler ve sıfır noktası aplikasyon ile belirlenir.

4. 3 BOYUTLU BASKI BETONUNUN MALZEME, KARIŞIM VE UYGULAMA ESASLARI

4.1. 3B BETON BASKI MALZEMESİ

4.1.1. Çimento

4.1.1.1. 3B beton baskı karışımlarında yalnızca çimento esaslı bağlayıcılar kullanılır. TS EN 197-1 standardına uygun, katkısız Portland çimentosu veya standardın izin verdiği ölçüde mineral katkı içeren Portland çimentosu kullanılır.

4.1.1.2. Çimento esaslı olmayan, polimer matrisli bağlayıcılar, reçineler, epoksi, polyester gibi organik bağlayıcılar ile kerpiç, çamur, kireçli harçlar ve benzeri geleneksel veya alternatif bağlayıcı sistemler 3B beton baskı karışımlarında kullanılmaz. Karışımda minimum çimento dozajı 300 kg/m³ olarak sağlanır. Sahada uygulama sırasında, üretim tarihinden itibaren kullanım süresi geçmemiş ve topaklanmalar içermeyen çimento kullanımına izin verilir.

4.1.2. Agregalar

4.1.2.1. 3B baskı betonunda TS EN 206+A2 ve TS 706 EN 12620+A1 standartlarına uygun agregalar kullanılır.

4.1.2.2. Agregaların tane boyut dağılımı ve maksimum tane boyutu TS 500, TS 802 ve TS 706 EN 12620+A1 standartlarına uygun olarak sağlanır.

4.1.2.3. Agregaların doğal, yapay veya geri kazanılmış malzemelerden elde edilmesi mümkündür.

4.1.2.4. Geri dönüştürülmüş agregaların kullanımında, öncelikli kriter TS EN 933-11'de belirtilen bileşenlerin sınıflandırılmasıdır. Bu standarda göre yapılan değerlendirmeler sonrasında, agregalar TS 706 EN 12620+A1 kapsamında kategorize edilerek beyan edilir. Geri dönüştürülmüş agregaların 3B baskı beton üretiminde kullanılması için TS EN 206+A2, TS 706 EN 12620+A1 ve TS 13515 (TS EN 206+A2 için ek standart) hükümlerine uyulur.

4.1.3. Kimyasal Katkı Malzemeleri

4.1.3.1. Kimyasal katkı dozajları, karışımın taze beton performansının değerlendirilmesinde esas alınan TS EN 12350-8 standardına göre yapılan modifiye edilmiş (ters konumda koni) çökme-yayılma deneyi ile EN ISO 22476-9 standardına göre yapılan vane kesme deneyi sonuçlarına göre belirlenir. Bu deneyler, karışımın hazırlanmasının hemen ardından

gerçekleştirilir ve yayılma değerin 25–45 cm aralığında, vane kesme değerin ise 5–40 kPa aralığında olması gerekir.

4.1.3.2. Bölüm 4.1.3.1’de belirlenen esaslar doğrultusunda, kullanılacak kimyasal katkılar;

- a) Akışkanlaştırıcılar, düşük su/bağlayıcı oranı korunarak yüksek akışkanlık ve işlenebilirlik sağlamak, malzemenin pompalanabilirliğini artırmak ve ekstrüzyon sırasında katman stabilitesini korumak
- b) Viskozite düzenleyiciler, katman taşıma kapasitesini artırmak ve segregasyonu, terlemeyi ve yanal yayılmayı önlemek
- c) Priz hızlandırıcılar, katmanlar arası yapışma ve erken yaş dayanımını artırmak
- ç) Priz geciktiriciler, çok hızlı işlenebilirlik kaybı olan karışımların (20 dakikadan kısa) işlenebilirliğini ve pompalanabilirliğini korumak
- d) Lif katkıları ise katmanlar arası aderansı ve şekil stabilitesini artırmak, çatlak oluşumunu sınırlamak ve mekanik performansı iyileştirmek amacıyla,

TS EN 206+A2, TS EN 934 ve TS EN 14889-1 ve TS EN 15422 standartlarında belirtilen gereklilikleri sağlamaları koşuluyla kullanılabilir.

4.1.4. Karma Suyu

4.1.4.1. 3B baskı uygulamasında beton karışım suyunun kalitesi TS EN 1008 standardına göre belirlenir.

4.1.4.2. Beton karışım suyunun asit, yağ, tuz, alkali ve organik madde içermesine izin verilmez.

4.2. 3 BOYUTLU BASKI BETONUNDA ÇEVRESEL ETKİ KRİTERLERİ

4.2.1. Çevresel Sınır Koşulları ve Denetim Esasları

4.2.1.1. Olumsuz hava koşullarında beton dökümü ile ilgili TS 1248 standardı esas alınacaktır.

4.2.1.2. Sahada ortam sıcaklığı dijital termometre, bağıl nem dijital higrometre ve rüzgâr hızı anemometre cihazı ile üretim süreci boyunca izlenecek ve kayıt altına alınacaktır.

4.2.1.3. 3B baskı beton uygulamaları, ortam sıcaklığı 5 °C’nin altında ve 40 °C’nin üzerinde olduğunda yapılmayacaktır.

4.2.1.4. Soğuk hava (5-15 °C) dökümlerinde prizin yavaşlamasını önlemek ve şekil stabilizasyonunu sağlamak amacıyla karışım sıcaklığının, karışım suyunun sıcaklığını artırarak ya da ısıtmalı nozul sistemleri kullanılarak ideal taze beton sıcaklığı olarak kabul gören 15-25 °C’e yükselmesi sağlanacaktır.

4.2.1.5. Taze beton sıcaklığının TS EN 206+A2 standardına uygun olarak +5 °C'nin altına düşmemesi sağlanacaktır.

4.2.1.6. Sıcak hava koşullarında (30-40 °C) yapılacak uygulamalarda TS 13515 standartlarında belirtildiği üzere, taze beton sıcaklığı 35 °C'den düşük olacaktır.

4.2.1.7. Prizin hızlanmasını ve rötre kaynaklı çatlak oluşumunu önlemek amacıyla karışım sıcaklığı, karışım suyunun sıcaklığının düşürülmesi yoluyla ideal taze beton sıcaklığı olarak kabul gören 15-25 °C sıcaklık değerlerinde tutulacaktır.

4.2.1.8. Sıcak hava koşullarında beton yüzeyinde hızlı su kaybını önlemek, priz davranışını kontrol altında tutmak, katman stabilitesini artırmak ve erken yaş çatlak riskini azaltmak amacıyla yazdırılmış yüzeyin nemi TS EN 13670 standardına uygun buhar geçirmez örtüler, nemli örtüler veya yüzeyde geçirimsiz bir zar oluşturan TS EN 934 standardına uygun kimyasal kür malzemeleri kullanarak korunacaktır.

4.2.1.9. Baskı alanında rüzgâr, nem ve doğrudan güneş ışığının olumsuz etkilerini önlemek amacıyla gölgeleme, nemlendirme veya örtüleme yöntemleri uygulanır.

4.2.1.10. Yağışlı hava koşullarında baskı alanı çadır, tente veya geçici örtü ile korunur. Yazdırma işlemi sırasında taze betonun doğrudan yağmur ile temas etmesine izin verilmez. Şiddetli yağış durumunda, yapı stabilitesi, ekipman güvenliği ve baskı kalitesi riskleri nedeniyle baskı işleminin yapılmasına izin verilmeyecektir.

4.2.1.11. Rüzgârlı ortamlarda baskı alanı, rüzgâr bariyerleri veya geçici örtüler ile korunur ve taze betonun doğrudan güçlü hava akımına maruz kalmasına izin verilmez. Bofor ölçeğine göre orta rüzgâr yani rüzgâr hızının 28 km/sa üzerinde olduğu durumlarda baskı işlemi yapılmasına izin verilmeyecektir.

4.3. KARIŞIM STANDARDİZASYON ESASLARI

4.3.1. Karışımın Performans Kriterleri ve Saha Standardizasyonu

4.3.1.1. 3B beton baskı karışımın sahada standardizasyonu, betonun pompalanabilirliği ve ekstrüzyon performansının sağlanması açısından zorunlu olarak yapılacaktır.

4.3.1.2. Karışımın sahadaki pompalanabilirlik ve ekstrüzyon performansının doğrulanmasında, **Bölüm 4.1.3.1**'de tanımlanan modifiye çökme-yayılma ve vane kesme deneyleri esas alınır.

4.3.1.3. Saha deneylerinden elde edilen veriler, katkı dozajlarını ve karışım parametrelerini optimize etmek amacıyla kullanılır. Karışım tasarımı ve katkı dozları; saha ekipmanı,

boru/nozul konfigürasyonu ve çevresel koşullar dikkate alınarak belirlenir. Bu kapsamda akışkanlaştırıcı, viskozite düzenleyici, priz hızlandırıcı, priz geciktirici ve lif katkıları, çevresel etkiler ile karışımın davranışına bağlı olarak ayarlanır. Böylece, taze betonun normal laboratuvar koşullarında elde edilen performansına mümkün olduğunca yakın özellikler göstermesi güvence altına alınır.

4.3.1.4. 3B beton baskı teknolojisi ile üretimde, inşa aşamasına geçilmeden önce, karışımın sahada güvenli ve sürekli bir şekilde basılabilirliğini sağlamak, katmanlar arası yapışmayı ve şekil korumasını doğrulamak amacıyla, pompa ucundan akış (boru hattı takılmadan), boru hattı ile akış (pompa + boru iletim hattı), nozul ucundan akış (pompa + boru iletim hattı + nozul) ve deneme yazdırma testleri yapılacaktır.

4.3.1.5. Akış ve katman davranışı sırasında tespit edilen sorunlar, karışım kıvamı ve katkı dozajları saha koşullarına uygun şekilde anlık olarak ayarlanarak baskı kalitesi ve güvenliği sağlanacaktır.

4.4. 3B BASKI BETONUNDA SOĞUK DERZ YÖNETİMİ

4.4.1. Soğuk Derz Yönetiminde Uygulama Esasları

Saha uygulamaları sırasında, yapı elemanlarının basımı tamamlanmadan meydana gelen zorunlu duruşlar veya beton dökümünün kesintiye uğraması, soğuk derz oluşumu açısından kritik risk teşkil eder. 3B baskı uygulamalarında çeşitli nedenlerle sertleşmiş yüzey üzerine yeniden taze katman yerleştirilmesinin gerektiği durumlarda, mevcut koşullar dikkate alınarak aşağıda belirtilen yöntemlerden uygun olanları seçilerek uygulanacaktır.

- a) Son katman yüzeyine taze halde iken mekanik pürüzlendirme uygulaması yapılır.
- b) Prizini almış yüzeylerde pürüzlendirme işlemi yapılır ve döküm öncesinde yüzeyin nemlendirilmesi gerekir.
- c) Aderansı artırmak amacıyla epoksi, akrilik veya çimento esaslı bağlayıcı kimyasallar kullanılır. Malzemeler fırça veya püskürtme yöntemi ile temizlenmiş yüzeye uygulanır ve uygulamanın hemen ardından beton dökümüne geçilmesi gereklidir.
- ç) Taraklı nozullar kullanılarak yüzey girinti-çıkıntılı bırakılır ve taze katmanın sertleşmiş katmana daha iyi kenetlenmesi sağlanır.
- d) Taze haldeki son katmana mekanik ankraj işlevi görececek kesme kaması benzeri elemanlar yerleştirilir.

4.5. 3 BOYUTLU BASKI BETONUNUN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

4.5.1. Birim Hacim Ağırlığı

4.5.1.1. 3B baskı malzemelerinin tasarımda esas alınacak birim hacim ağırlığı (w_c), sertleşmiş baskı malzemelerinde yapılan testlerle farklı bir değer belirlenmediği sürece 3B baskı betonu için $w_c = 2,32 \text{ ton/m}^3$, 3B baskı harcı için $w_g = 2,0 \text{ ton/m}^3$ olarak dikkate alınır. 3B baskı betonun birim hacim ağırlığı ASTM C138/C138M standardına göre belirlenir. 3B baskı harcının birim hacim ağırlığı ASTM C185 standardına göre belirlenir.

4.5.2. Basınç Dayanımı

4.5.2.1. 3B baskı betonun karakteristik basınç dayanımı ($f_{ck,3B}$), TS EN 206+A2 standardında verilen beton sınıflarına uygun olarak ve *TBDY 2018 7.2.5.3 (a)* maddesi dikkate alınarak en az 25 MPa ve en fazla 80 MPa olması sağlanır.

4.5.2.2. Yatay ve düşey hatıl, döşeme ve temel uygulamalarında 3B baskı betonu yerine geleneksel beton kullanılması durumunda, bu betonun karakteristik basınç dayanımı en az **Bölüm 4.5.2.1**'de belirtilen dayanım değerlerine eşit olacaktır.

4.5.2.3. **Bölüm 4.5.2.1**'e ek olarak, 3B baskı betonun 1 ve 3 günlük karakteristik basınç dayanımının **Denk. (4.1)**'de belirtilen erken yaş dayanım değerlerini sağlaması zorunludur.

$$\begin{aligned} f_{ck,1} &\geq 0,15f_{ck,3B} \\ f_{ck,3} &\geq 0,4f_{ck,3B} \end{aligned} \quad (4.1)$$

4.5.2.4. Duvarların baskı işlemi tamamlandıktan sonra 3B beton baskı malzemesinin erken yaş dayanımını kazanması için en az 3 gün beklenecaktır ve sonrasında çatı, yatay hatıl veya döşeme elemanlarının inşasına başlanacaktır.

4.5.3. Çekme Dayanımı

4.5.3.1. 3B baskı betonunun karakteristik eksenel çekme dayanımı ($f_{ctk,3B}$) **Denk. (4.2)** ile hesaplanır veya TS EN 12390-6 standardına göre yapılan deneysel çalışmalar sonucunda belirlenir.

$$f_{ctk,3B} = 0,35\sqrt{f_{ck,3B}} \quad (4.2)$$

4.5.4. Elastisite Modülü, Kayma Modülü ve Poisson Oranı

4.5.4.1. Sertleşmiş 3B baskı betonu için TS EN 12390-13 standardına göre yapılan testlerle farklı bir değer elde edilmedikçe, elastisite modülü ($E_{c,3B}$) **Denk. (4.3)** ile hesaplanır.

4.5.4.2. 3B baskı betonunun Poisson oranı 0,22 kabul edilir. Betonun kayma modülü, **Denk. (4.4)** ile yaklaşık olarak hesaplanır.

$$E_{c,3B} = 500 f_{ck,3B} \text{ (4,75 mm'den küçük agregaya içeren)}$$
$$E_{c,3B} = 3250\sqrt{f_{ck,3B}} + 14000 \text{ (4,75 mm'den büyük agregaya içeren)} \quad (4.3)$$

$$G_{c,3B} = 0,40E_{c,3B} \quad (4.4)$$

4.5.5. Donatı Çeliğinin Özellikleri

4.5.5.1. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapılarda TS 708'de verilen B420C ve B500C nervürlü donatı çelikleri kullanılacaktır. Donatı çeliğinin elastisite modülü 200 GPa olarak dikkate alınır.

4.6. ÜRETİLEN BETONUN DENETİMİ

4.6.1. Nitelik Denetimi ve Kabul Kriterleri

4.6.1.1. 3B baskı betonun performansı, şantiyede alınan numuneler üzerinden belirlenir. Bu numunelerin, dökülen betonun özelliklerini doğrudan temsil ettiği kabul edildiğinden, numune alma, korunma ve deney süreçlerinin ilgili standartlara tam uygunlukla yürütülecektir.

4.6.1.2. Numune alımı TS EN 12350-1 standardı kapsamında yapılacak olup, sertleşmiş beton deneyleri TS EN 12390-1'de tanımlanan numune kalıplarının özellikleri, TS EN 12390-2'de belirtilen numune yapımı ve kür koşulları, TS EN 12390-3'te açıklanan basınç dayanımı tayini ve TS EN 12390-4'te tanımlanan deney makinelerinin özellikleri dikkate alınarak gerçekleştirilir. Ayrıca, betonun sınıflandırılması, özellikleri, performans kriterleri, üretim ve uygunluk koşulları TS EN 206+A2 standardına göre değerlendirilir.

4.6.1.3. 3B baskı uygulamalarında da **Bölüm 4.6.1.2'de** belirtilen standartlar esas alınacak, numune alımı ve deneyler aynı usullerle gerçekleştirilecektir.

4.6.1.4. Numuneler alınırken beton harmanının homojenliğini temsil etmesine dikkat edilecektir. Numuneler alındıktan hemen sonra taşınmamalı ve üzeri ıslak bez ile naylon örtülerek en az 24 saat uygun koşullarda korunması sağlanacaktır. Standart kür işlemi tamamlanan numunelere basınç dayanımı deneyi TS EN 12390-3 standardına göre uygulanacaktır.

4.6.1.5. Betonun karakteristik basınç dayanımı, belirtilen dayanım sınıfı için öngörülen minimum karakteristik basınç dayanımına eşit veya daha yüksek olmalıdır. Betonun minimum

numune alma ve test sıklığı, TS EN 206+A2 standardında verilen Çizelge 17'ye uygun olarak, ilk üretim veya sürekli üretim durumuna göre en yüksek numune sayısını verecek oran üzerinden belirlenecektir. Basınç dayanımı uygunluk kriterleri, TS EN 206+A2 standardına göre değerlendirilecektir.

4.7. 3 BOYUTLU BASKI ELEMANLARINDA KÜRLEME ESASLARI

4.7.1. Uygulama Esasları

4.7.1.1. 3B baskı beton elemanlarının saha üretimi sırasında, betonun priz ve hidratasyon sürecini desteklemek amacıyla kürleme işlemi uygulanır. Kürleme işlemi, basılı elemanın priz ve hidratasyon sürecini kesintisiz olarak destekleyecek şekilde yürütülür.

4.7.1.2. Basılı katmanların sertleşmeye başlamasıyla birlikte, baskı sürecini aksatmadan ve basılı yüzeyde kusur oluşturmada kürleme işlemi başlatılır.

4.7.1.3. Baskı devam ederken kürleme; düşük basınçlı püskürtme, nemlendirme buharı veya eşdeğer nem tutma yöntemleri ile uygulanır.

4.7.1.4. Baskı işleminin tamamlanmasını takiben kürleme, geleneksel kürleme yöntemlerine benzer şekilde en az 7 gün süreyle kesintisiz olarak sürdürülür.

4.7.1.5. Malzemenin taze olduğu erken yaşlarda yüksek basınçlı su kürlemesi uygulanmayacaktır.

4.7.1.6. Yüzeyde yeterli priz ve stabilite sağlanmadan geleneksel ıslak kürleme veya doğrudan örtme işlemleri yapılmayacaktır.

4.8. 3 BOYUTLU BASKI ELEMANLARINDA BOYUTSAL STABİLİTENİN KONTROLÜ

4.8.1. Kontrol Kriterleri

4.8.1.1. Rötire ve hacim değişimi kontrolü, basılı elemanların dayanımını, geometrik stabilitesini ve uzun vadeli performansını belirlemek için yapılır.

4.8.1.2. 3B baskı beton karışımı için, en az 3 adet numune hazırlanarak ASTM C157/C157M standardına uygun olarak ve erken yaş çatlak riskini azaltmak amacıyla yazdırılmış yüzeyin nemi 7 gün süreyle korunarak teste tabi tutulur. 28 günlük ölçümler sonucunda, 3B baskı betonun ortalama uzunluk değişiminin; lif içeren karışımlar veya agrega boyutu 1,25 mm'den büyük olan karışımlar için %0,065, lif içermeyen karışımlar veya agrega boyutu 1,25 mm'den küçük olan karışımlar için %0,05 değerlerini aşmasına izin verilmez.

4.8.1.3. Tasarım boyutsal stabilitesinin doğrulanması amacıyla, yarı ölçekli (1/2) bir duvar elemanı (uzunluk: 1500 mm, kalınlık: 250 mm, yükseklik: 1250 mm) 3B baskı yöntemiyle üretilir. Üretilen eleman yerinden hareket ettirilmeyecek ve üzerine herhangi bir yük uygulanmayacaktır. Eleman üzerinde yapılacak gözlemsel incelemelerde çatlak oluşumu kontrol edilecek ve yazdırılan elemandaki herhangi bir rötire çatlağının açıklığı 0,05 mm'yi aşmayacaktır.

5. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARIN GENEL TASARIM KRİTERLERİ

5.1. KAPSAM

Bu Bölüm, deprem bölgelerinde 3B baskı teknolojisi ile yerinde inşa edilecek binaların depreme dayanıklı tasarım ve yapımı ile ilgili kuralları kapsar.

5.2. GENEL TASARIM KRİTERLERİ

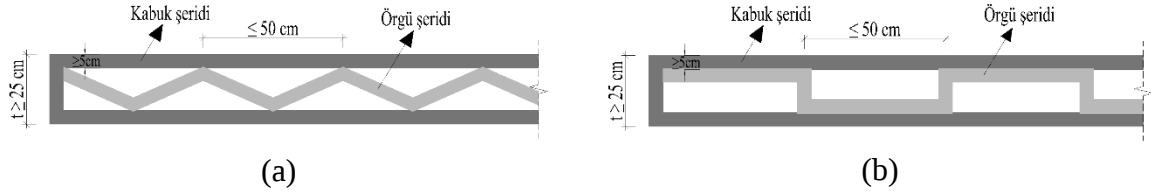
5.2.1. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek bina, taşıyıcı duvarların birbirlerine ve döşemeye, betonarme yatay ve düşey hatıllarla bağlı olduğu süneklik düzeyi sınırlı binaları kapsar.

5.2.2. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek binalarda yatay ve düşey hatıllar, taşıyıcı duvarların basımı sırasında tasarıma uygun boyutlarda bırakılan boşluklar kalıp görevi görerek yerinde oluşturulur.

5.2.3. 3B baskı teknolojisi kullanılarak inşa edilecek binalarda izin verilen en fazla kat adeti iki kattır. Bu katlara ek olarak çatı ve bodrum katının 3B baskı teknolojisi ile inşa edilmesine izin verilmez. Ancak; 3B baskı teknolojisiyle inşa edilecek yapılarda, bodrum katın konvansiyonel taşıyıcı sistemlerle (betonarme vb.) inşa edilmesi ve üst yapının 3B beton baskı yöntemiyle üretilmesi suretiyle hibrit (karma) taşıyıcı sistem oluşturulmasına aşağıdaki şartların sağlanması kaydıyla izin verilir:

- a) Bodrum katın taşıyıcı sistemi tamamen betonarme olarak projelendirilecek ve imal edilecektir.
- b) Zemine gömülü tüm cephelerde betonarme perde duvar kullanılması zorunludur.
- c) Betonarme bodrum kat ile 3B baskı teknolojisiyle inşa edilecek zemin katın taşıyıcı sistemleri arasında düşey taşıyıcı eleman sürekliliği sağlanacak, yük aktarımı kesintisiz bir şekilde tesis edilecektir.
- ç) Bodrum kat tavan döşemesi üzerine, 3B baskı teknolojisi ile üretilmiş taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan herhangi bir duvar elemanının doğrudan oturtulmasına izin verilmez. Üst yapı elemanları yalnızca belirlenmiş taşıyıcı hatıllar, kirişler veya uygun taşıyıcı platform elemanları üzerine yerleştirilebilir.

5.2.4. Taşıyıcı duvarlar **Şekil 5.1.’de** gösterildiği üzere en az iki kabuk şeridinden ve en az bir örgü şeridinden oluşur. Bu Yönetmelik kapsamında, taşıyıcı duvarların teşkilinde yalnızca **Şekil 5.1.’de** detayları verilen üçgen veya dikdörtgen örgü düzenlerinin kullanımına izin verilir. Örgü şeridinin kabuk şeritlerine temas ettiği noktalar arasındaki yatay mesafe 50 cm’yi aşamaz.



Şekil 5.1. Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak örgü düzenleri (a) üçgen ve (b) dikdörtgen

5.2.5. Yapısal analizlerde kullanılacak duvar etkin kalınlığı (t_{etkin}), duvarın kabuk şeritlerinin (A_{kabuk}) ve örgü şeridinin ($A_{örgü}$) toplam enkesit alanı, A , esas alınarak belirlenir. Duvar uzunluğu (L_{duvar}) sabit tutularak, kabuk ve örgü bölgelerinin toplam enkesit alanına eşdeğer tekil dikdörtgen kesit alanı tanımlanır. Elde edilen eşdeğer kesitin kalınlığı, duvar etkin kalınlığı (t_{etkin}) olarak kabul edilir ve **Denk. (5.1)**'e göre hesaplanır.

$$t_{etkin} = \frac{A_{kabuk} + A_{örgü}}{L_{duvar}} \quad (5.1)$$

Denk. (5.1)'de L_{duvar} pencere/kapı boşlukları arasında veya boşluk ile duvar köşesi arasında kalan uzunluk olarak dikkate alınacaktır.

5.2.6. Duvarın etkin yüksekliği (h_{etkin}), döşeme veya temel üst kotundan hatıl alt kotuna kadar olan uzunluk olarak dikkate alınır.

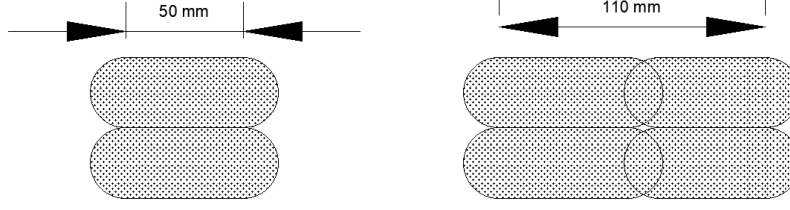
5.2.7. Duvar karakteristik kesme dayanımı (f_{vk}), **Denk. (5.2)** ile elde edilecektir. f_{vko} duvar numuneleri üzerinde ASTM E519/E519M standardına göre yapılacak diyagonal çekme deneyinden elde edilebilir. Deney yapılmadığı durumda f_{vko} 0,825 MPa olarak dikkate alınacaktır.

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d \leq 0,10f_b \quad (5.2)$$

5.2.8. Duvarların tasarım dayanımları belirlenirken 3B baskı malzemesinde γ_{3B} ve donatıda γ_s malzeme katsayıları (dayanım azaltma katsayıları) kullanılacaktır. γ_{3B} 1,5 katsayısı ve γ_s katsayısı 1,15 kabul edilecektir.

5.3. TASARIM SINIRLARI

5.3.1. Kabuk ve örgü şeritlerinin genişliği en az 50 mm olacaktır. Örgü elemanlarında, kabuklarla bağlantı sağlamak amacıyla **Şekil 5.2.**'de gösterildiği gibi etkili yan yüzey teması sağlanacaktır.



Şekil 5.2. Şerit genişliği ve etkili yan yüzey teması

5.3.2. Taşıyıcı duvarlarda kalınlık (t) boşluklarda dahil olmak üzere en az 250 mm olacaktır.

5.3.3. Her bir katın yüksekliği, ilgili katın döşeme üstü kotundan bir üst katın döşeme üstü kotuna kadar olan mesafe olmak üzere en fazla 3,70 m olacaktır. Giriş kat için döşeme üstü kotu, temel üzerine yapılan ilk döşemenin üst seviyesi olarak esas alınacaktır.

5.3.4. Taşıyıcı duvarlarda, narinlik oranının (h_{etkin}/t_{etkin}) en fazla 25 olmasına izin verilir.

5.3.5. Düşey hatılların duvar uzunluğuna paralel yöndeki enkesit yüksekliği en az 300 mm, bu doğrultuya dik yöndeki genişliği ise iki kabuk arasındaki net boşluk kadar (en az 150 mm) olacaktır. Düşey hatılarda en az 4Ø12 boyuna donatı ve Ø8/150 mm enine donatı kullanılması zorunludur.

5.3.6. Düşey hatıllar **Bölüm 5.3.5'e** göre donatıldıktan sonra 3B baskı malzemesi, geleneksel beton veya 3B baskı betonu ile doldurulur. Düşey hatılların dolgusu, duvar baskısı bittikten sonra, yatay hatıl ve döşeme ile birlikte yapılacaktır. Yapıda düşey hatıllar aşağıdaki durumlarda teşkil edilecektir:

- Taşıyıcı duvarların her iki ucunda,
- Alanı 1,5 m²'den daha büyük olan duvar boşluklarının her iki tarafında,
- Şekil 5.3.'te** verilen mesnetlenmemiş duvar uzunluk sınırları aşıldığında her 4 m duvar uzunluğunda bir.

5.3.7. Taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler, **Şekil 5.3.'te** verilen şartlara uyacaktır.

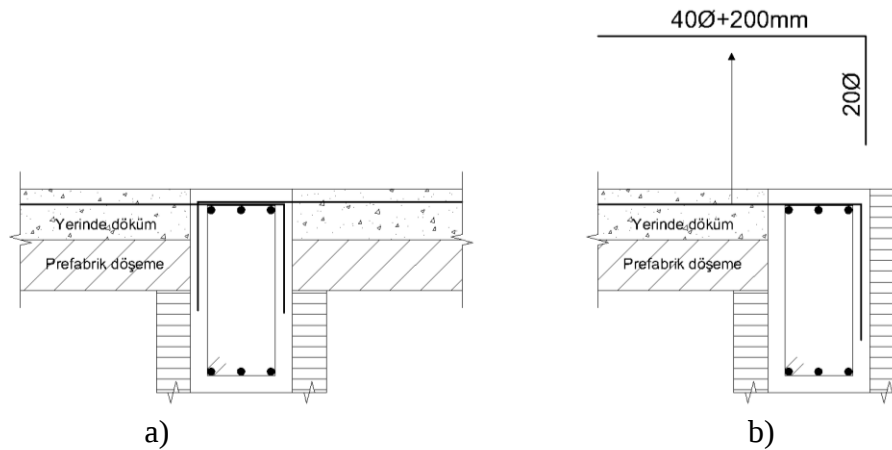
5.3.12. Düşey hatıl boyuna donatılarında bindirmeli ek boyu en az 60Ø olacaktır. Bindirme yapılamayan durumlarda manşon ile ek yapılmalıdır. Yan yana boyuna donatılarda manşon ile yapılan ekler arasındaki boyuna mesafe 600 mm'den az olmayacaktır.

5.3.13. Donatılar için gerekli kenetlenme boyları TS 500'de verilen kurallara göre belirlenecektir. **Bölüm 5.3.10'da** belirtilen temas etmeyen bindirmelerde, donatı çubukları arasındaki eksenden eksene mesafe $7d_b$ değerini aşmayacaktır. Bu koşul, bindirmeli donatılar arasındaki eksenden eksene mesafe (s) için **Denk. (5.3)**'teki bağlantıyı koymaktadır.

$$s \leq 7d_b \quad (5.3)$$

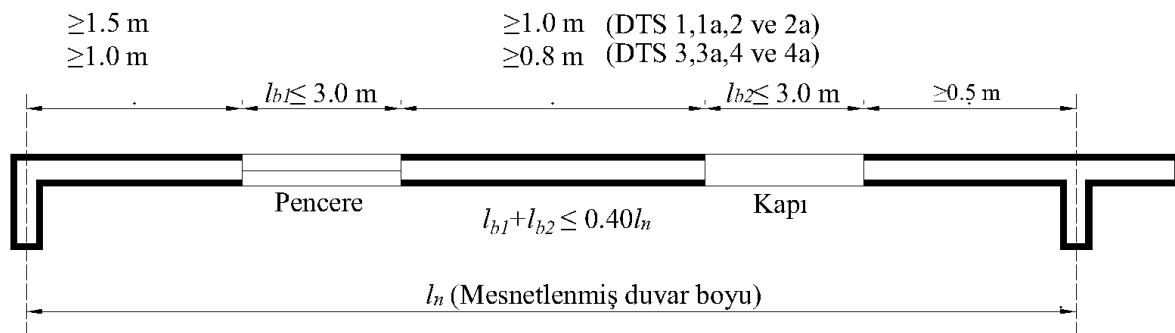
5.3.14. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapılarda düzenli yatay yük dağılımı için gerekli olan rijit diyafram etkisinin sağlanabilmesi için, döşemeler en az 100 mm kalınlığında betonarme olarak tasarlanacaktır. Bu döşemeler, kesit yüksekliği en az 300 mm olan ve 6Ø12 boyuna, Ø8/150 mm enine donatıya sahip yatay hatıllar ile mesnetlenecektir. Yatay hatılların genişliği, duvar kabuklarının arasında bırakılan boşluk genişliği (en az 150 mm) ile aynı olacak şekilde belirlenecektir.

5.3.15. Betonarme döşemeler, geleneksel yerinde döküm yöntemiyle veya iki aşamalı olarak geleneksel kalıp yöntemleri kullanılmadan imal edilebilir (**Şekil 5.5.**). İki aşamalı uygulamalarda, birinci aşamada yüksekliği en az 60 mm, en fazla 80 mm olan prefabrik betonarme döşeme panelleri kullanılacaktır. Bu prefabrik döşemelerin tasarımı, üretimi, taşınması ve montajı TS EN 13747+A2 standardına belirtilen esaslara uygun olarak yapılacaktır. Bu paneller, duvarlar üzerine yerleştirildikten sonra, en az 60 mm kalınlığında, düşey ve yatay hatıllarla bütünleşik biçimde donatılmış bitirme betonunun dökümü yerinde gerçekleştirilecektir. Yerinde döküm döşeme sistemi TS 500 esaslarına göre belirlenen donatı ile teşkil edilecektir.



Şekil 5.5. İki aşamalı döşeme bağlantı detayı a) orta açıklık b) kenar açıklık

5.3.17. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşlukları **Şekil 5.6.’da** verilen mesafelere uygun olarak tasarlanacaktır. Kapı ve pencere boşluklarının üstünde yerinde döküm betonarme lento, prekast lento veya çelik levha lento kullanılması mümkündür. Lentoların duvara oturan bölümlerinin boyu 200 mm’den az olmayacaktır. Yerinde döküm veya ön dökümlü (prekast) betonarme lentoların yüksekliği, 150 mm’den az olmayacaktır. TS EN 10025’e uygun şekilde sıcak haddelenerek üretilmiş ve karakteristik akma gerilmesi değeri en az S235 sınıfında çelik profiller veya levhalar kullanılarak teşkil edilen lentoların kalınlığı 10 mm’den az olmayacaktır ve bu elemanlar, korozyona karşı korunmuş galvanizli veya antipas boyalı olacaktır. Kapı veya pencere boşlukları açmak amacıyla duvarda boşluk alanını keserek çıkarma işlemi yapılmasına izin verilmeyecektir.



5.3.18. En üst kat parapet duvarlarının plandaki desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler **Şekil 5.3.’te** verilen şartlara göre düzenlenecektir. Parapet duvarları örgüsüz olarak basılabilir ve genişliği en az 250 mm olacaktır. İki kabuk şeridi arasında **Bölüm 5.3.16’da** belirtildiği şekilde çiroz donatısı kullanılacaktır. Parapet yüksekliği 1,00 m’den büyük ise parapet yüksekliği boyunca her 1,00 m’de bir yatay hatıl oluşturulacaktır. Bu şartlara uyulmaması durumunda parapet duvarının yüksekliği duvar kalınlığının dört katını aşmayacaktır.

27

Tablo 5.1. Donatılar için asgari beton örtüsü

Maruz Kalma Koşulu	Donatı Türü	Asgari Beton Örtüsü
Dış ortam koşullarına maruz veya zeminle temas halinde	Ø18 mm ve daha büyük düşey donatı	50 mm
	Ø16 mm ve daha küçük düşey donatı	38 mm
	Çiroz donatı ve yatay donatı	16 mm
Dış ortam koşullarına maruz olmayan ve zeminle temassız	Düşey donatı	19 mm
	Yatay donatı	13 mm
	Çiroz donatı	13 mm

5.3.20. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapılarda temel sistemi, sürekli (mütemadi) temel veya radye temel olarak tasarlanacaktır. Temel sisteminin hesabı ve tasarımı, TS 500 ve TBDY 2018 esaslarına uygun olarak yapılacaktır.

5.3.21. 3B baskı teknolojisi kullanılarak inşa edilen yapılarda kullanılan merdiven elemanları; çelik, betonarme, ahşap veya benzeri taşıyıcı nitelikteki malzemelerden imal edilebilir. 3B baskı teknolojisi ile merdiven inşası yapılmayacaktır.

5.3.22. Merdivenlerin taşıyıcı sisteme güvenli yük aktarımının sağlanması amacıyla merdiven mesnetlerinin konumlandırılmasında aşağıdaki esaslar sağlanacaktır:

a) Merdiven alt mesnetleri;

- Bodrumsuz yapılarda doğrudan temel sistemine,
- Bodrumlu yapılarda ise temel sistemine, bodrum katın taşıyıcı sistemini oluşturan taşıyıcı elemanlara, 3B baskı duvar yüzeylerine temas etmeyecek şekilde düzenlenir.

b) Merdiven üst mesnetleri taşıyıcı yatay hatıllara oturacak şekilde düzenlenir.

c) Merdiven yüklerinin aktarıldığı yatay hatılların altında, yüklerin güvenli biçimde temele aktarılabilmesi için düşey hatılların bulunması zorunludur.

ç) Ara sahanlık altında herhangi bir taşıyıcı kiriş veya düşey destek bulunmadığı ve sahanlığın merdiven kolları arasında konsol olarak çalıştığı sistemlerde;

- Ara sahanlık plağının, 3B baskı duvar yüzeylerine oturtulmasına veya yanal olarak yaslanmasına kesinlikle izin verilmez.
- Sahanlık bölgesindeki tüm kuvvetler, merdiven kolları aracılığıyla sadece (a) ve (b) bentlerinde tanımlanan ana mesnet noktalarına aktarılacak şekilde tasarlanır.

- d) Merdiven sistemi ile 3B baskı duvar yüzeyi arasında yapılacak hesaplarla belirlenen genişlikte dilatasyon derzi bırakılacaktır. Merdiven, yüklerini ilgili mesnet veya hatıla aktaracak; duvar yüzeyine yanal temas veya yük/moment aktarımı yapmayacaktır.
- e) Merdiven elemanlarının alt veya üst mesnetlerinin 3B baskı yöntemiyle inşa edilen duvar, panel veya taşıyıcı niteliği bulunmayan herhangi bir eleman üzerine doğrudan oturmasına izin verilmez.

5.3.23. Kendi taşıyıcı sistemine sahip olan, duvarlardan bağımsız olarak çalışan merdiven sistemleri (çelik, ahşap veya diğer uygun malzemeler) yük aktarımının 3B baskı duvarlara yapılmaması koşuluyla kullanılabilir.

6. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARIN DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI

6.1. DEPREM YÜKLERİNİN HESAPLANMASI

6.1.1. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapıların deprem etkisi altında tasarımında yatay deprem yüklerinin hesabı, *TBDY 2018*'de ifade edilen kurallar çerçevesinde yapılacaktır.

6.1.2. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilecek yapıların deprem etkisi altında tasarımında esas alınacak deprem yer hareketine ilişkin veriler, *TBDY 2018 Bölüm 2* esaslarına göre hesaplanacaktır. Bu bağlamda DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde *TBDY 2018 Bölüm 4'e* göre "Dayanıma Göre Tasarım (DGT)" tasarım yaklaşımı ile eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılacaktır. Bununla birlikte, daha yüksek deprem yer hareketi düzeyleri veya daha ileri performans hedefleri belirlenebilir.

6.1.3. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, birbirine dik olan iki deprem doğrultusunda binaya etkiyen depremler için ayrı ayrı uygulanacaktır. Herhangi bir deprem doğrultusunda yapının tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_{TE}), *TBDY 2018 Bölüm 4.7.1.1 Denk. (4.19)*'a göre belirlenecektir. Bu denklemde m_t parametresi binanın toplam kütesidir. S_{aR} parametresi ise göz önüne alınan deprem doğrultusundaki azaltılmış tasarım spektral ivmeyi temsil etmektedir ve *TBDY 2018 Bölüm 4.4.1 Denk. (4.8)* kullanılarak hesaplanacaktır.

6.1.4. *TBDY 2018 4 Denk. (4.8)*'de yer alan yatay elastik tasarım spektral ivmesinin $S_{ae}(T)$, DD-2 deprem yer hareketi için yapının doğal titreşim periyodundan bağımsız olarak kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısına (S_{DS}) eşit olduğu kabul edilecektir. S_{DS} parametresi, *TBDY 2018 Bölüm 2*'de verilen esaslar uyarınca DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde tanımlanmış olan *Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası*'ndan elde edilen harita spektral ivme katsayısının (S_S) *TBDY 2018 Bölüm 2.3.3.1 Tablo 2.1*'de verilen yerel zemin etki katsayısı (F_S) ile çarpılmasıyla elde edilecektir.

6.1.5. *TBDY 2018 Bölüm 4.4.1 Denk. (4.8)*'de yer alan diğer parametre deprem yükü azaltma katsayısını (R_a) temsil etmekte olup yapının doğal titreşim periyodundan bağımsız olarak **Tablo**

6.1. ve Denk. (6.1)'e bağlı olarak belirlenecektir. **Denk. (6.1)**'de T doğal titreşim periyodunu ifade etmektedir ve yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu T_A 'ya eşit olduğu ($T=T_A$) kabul edilecektir. Bina önem katsayısı (I), *TBDY 2018 Bölüm 3.1.2 Tablo 3.1*'deki tanımlara uygun olarak belirlenecektir.

Tablo 6.1. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı
3	2	BYS ≥ 7

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \quad (6.1)$$

6.1.6. Yapının iki katlı olması durumunda, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri (F_{iE}) *TBDY 2018 Bölüm 4.7.2.3'te verilen Denk. (4.23)*'e göre belirlenecektir. Bu denklemde ek eşdeğer deprem yükü (ΔF_{NE}) dikkate alınmayacaktır.

6.1.7. Yatayda birbirine dik doğrultularda tanımlanan depremlerden dolayı oluşan deprem etkileri *TBDY 2018 Bölüm 4.4.2.1'de yer alan Denk. (4.9)* kullanılarak birleştirilecektir.

6.1.8. Deprem etkisinin diğer yük etkileriyle birleştirilmesi için *TBDY 2018 Bölüm 4.4.4.1'de verilen Denk. (4.11) ve (4.12)* kullanılacaktır. Bu denklemlerde düşey deprem etkisi $E_d^{(Z)}$ dikkate alınmayacaktır.

6.1.9. Bölüm 6.1.8'de verilen yük birleşimlerinde tanımlanan yüklere ilişkin bilgiler ile diğer yük birleşimleri (temel yük birleşimleri), *TBDY 2018'in esas aldığı TS 500 ve TS 498 standartlarına göre belirlenecektir. Yük birleşimlerinde rüzgâr etkisi dikkate alınmayacaktır.*

6.2. DEPREM YÜKLERİNİN TAŞIYICI DUVARLARA DAĞITILMASI

6.2.1. Yatayda birbirine dik doğrultularda **Bölüm 6.1'e** göre hesaplanmış olan deprem etkileri, döşemelerin kendi düzlemleri içerisinde rijit diyafram olarak çalıştığı kabulüne dayanarak deprem etkisine paralel doğrultuda bulunan duvar parçalarının düzlem-içi rijitlikleri oranında dağıtılacaktır. Düzlem-içi duvar rijitliği, *TBDY 2018 Bölüm 11.3.4'te verilen Denk. (11.2)* uyarınca hem kayma hem de eğilme deformasyonları dikkate alınarak hesaplanacaktır. Burada H yerine, duvar etkin yüksekliği (h_{etkin}), döşeme veya temel üst kotundan üstteki yatay hatılın alt kotuna kadar olan mesafe olarak alınacaktır. Duvar uzunluğu (L_{duvar}) ise pencere/kapı boşlukları arasında veya boşluk ile duvar köşesi arasında kalan uzunluk olarak alınacaktır.

6.2.2. Dolu taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan duvar parçalarına, duvarlardan, yatay hatıldan ve döşemelerden gelen yükler dikkate alınarak her kat için kütle merkezi (KM) belirlenecektir. Eğer kattaki kütle dağılımı her iki asal eksene göre de tamamen simetrik ve düzenli ise kat kütle merkezinin geometrik merkezle (GM) çakıştığı kabul edilecektir. **Bölüm 6.1.6'ya göre**

hesaplanan kat eşdeğer deprem yüklerinin her iki doğrultuda da kütle merkezine etkidiği kabul edilecektir.

6.2.3. Dolu taşıyıcı duvar parçalarının **Bölüm 6.2.1**'e göre hesaplanan düzlem-içi duvar rijitlikleri kullanılarak her kat için rijitlik merkezi (RM) belirlenecektir. Eğer KM ile RM çakışmıyorsa, iki merkez arasındaki dışmerkezlilik (e_b) yatayda birbirine dik doğrultularda hesaplanacaktır. Dışmerkezlilik dolayısıyla ortaya çıkan kat burulma momenti (M_b) **Denk. (6.2)** kullanılarak hesaplanacaktır.

$$M_b = e_b V_{tE} \quad (6.2)$$

6.2.4. Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet duvarlardan, yatay hatıdan ve döşemelerden gelen yükler dikkate alınarak hesaplanacaktır.

6.2.5. Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan duvar kesme kuvveti, her bir kat için hesaplanan kat kesme kuvveti ile birlikte kat burulma momentinin etkileri de dikkate alınarak, binanın birbirine dik her iki ana doğrultusu boyunca ayrı ayrı hesaplanacaktır.

6.2.6. Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti **Denk. (6.3)** ile hesaplanacaktır.

$$M_{Ed} = V_{Ed} h_{etkin} \quad (6.3)$$

6.2.7. Duvar kesit uzunluğu duvar kalınlığının iki katından küçük olan duvarlar hesaplarda taşıyıcı duvar olarak dikkate alınmayacaktır.

6.2.8. Her bir duvar kendi düzlem içi doğrultusundaki deprem yükü altında hesaba katılacaktır. Düzlem-dışı yönde (deprem etkisine dik doğrultuda) duvara etkiyen deprem kuvvetleri hesaplarda dikkate alınmayacaktır.

6.3. YAPILARDA OLABİLECEK DÜZENSİZLİK KRİTERLERİ

3B baskı teknolojisi ile inşa edilen binalarda taşıyıcı sisteme ait düzensizliklerin tanımı ve koşulları **Bölüm 6.3.1 ve 6.3.2**'de belirtilen düzensizlik şartları haricinde *TBDY 2018 Bölüm 3.6.1 Tablo 3.6'dan* alınacaktır. Yapısal düzensizliklerin 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen binalarda taşıyıcı sistemleri açısından değerlendirmesi aşağıdaki maddelerde verilmektedir.

6.3.1. Planda Düzensizlik Durumları

6.3.1.1. Burulma düzensizliği (A1 türü düzensizlik), deprem hesap yöntemlerinde duvarların dağılımına göre hesaplanan kütle ve rijitlik merkezleri arasındaki dışmerkezlik olarak doğrudan duvar kesme kuvveti hesabına doğrudan katılmaktadır. Bu sebepten dolayı burulma düzensizlik katsayısı hesaplanmayacak ve $\pm\%5$ ek dışmerkezlik etkileri göz önüne alınmayacaktır.

6.3.1.2. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen bir veya iki katlı binaların tasarımında döşemeler rijit diyafram olarak kabul edilir. Bu nedenle, kat döşemelerinde A2 türü döşeme süreksizliğine izin verilmez. Ancak merdiven veya herhangi bir sebepten dolayı boşluk bırakılmasının zorunlu olduğu istisnai durumlarda, boşluk alanı kat brüt alanının 1/3'ünden daha fazla olmayacaktır.

6.3.1.3. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen bir veya iki katlı binaların kat planlarında çıkıntı yapan kısımların (A3 türü düzensizlik) birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olmayacaktır.

6.3.2. Düşeyde Düzensizlik Durumları

6.3.2.1. 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen yapılarda; yapım tekniğinin doğası gereği baskı duvarların düşey doğrultuda kesit sürekliliğinin sağlanması esastır. Bu sebeple yapıda düşey yönde; zayıf kat düzensizliğine (B1 türü düzensizlik), yumuşak kat düzensizliğine (B2 türü düzensizlik) ve eleman süreksizliğine (B3 türü düzensizlik) izin verilmez.

6.3.2.2. Döşemenin konsol olarak çıkma yapmasına ve üst kat duvarlarının bu konsolun ucuna yerleştirilmesine izin verilmez.

7. TAŞIYICI DUVARLARIN KAPASİTELERİNİN HESAPLANMA YÖNTEMLERİ

7.1. DEPREM YÜKLERİ ETKİSİNDE TASARIM ESASLARI

7.1.1. Duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım eksenel kuvveti, N_{Ed} , duvar düşey yük tasarım dayanımı olan N_{Rd} 'den daha büyük olmayacaktır. Taşıyıcı duvarın birim uzunluğunun düşey yük tasarım dayanımı **Denk. (7.1)**'te verilmiştir. Duvar tasarım basınç dayanımı (f_d), **Denk. (7.2)** ile belirlenecektir.

$$N_{Rd} = \lambda A f_d \quad (7.1)$$

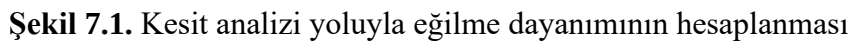
$$f_d = f_k / \gamma_{3B} \quad (7.2)$$

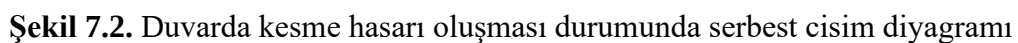
7.1.2. Narinlik oranına bağlı λ kapasite azaltma katsayısı, **Tablo 7.1.**'e göre belirlenecektir.

Tablo 7.1. Narinlik oranına göre kapasite azaltma katsayıları

Narinlik Oranı	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
Azaltma Katsayısı	1,0	0,95	0,89	0,84	0,78	0,73	0,67	0,62	0,56	0,51	0,5

7.1.3. Eğilme etkisi altında, yazdırılmış katmanlar ve betonarme düşey hatılardan oluşan duvar kesitinin, tek bir bütün olarak davrandığı kabul edilecektir. Duvarların basınç etkileri altında kesitte şekil değiştirme ve gerilme dağılımı **Şekil 7.1.**'de verildiği gibi dikkate alınarak M_{Rd} tasarım dayanım momenti hesaplanacaktır. Duvar tasarım dayanım momenti (M_{Rd}), duvara etkiyen tasarım momenti, M_{Ed} 'den daha büyük olacaktır. ε_{cu} , en dış basınç lifindeki nihai birim kısalma olup 0,0025 olarak alınacaktır. Düzlem içi eğilme ve düşey yüklere maruz duvarların tasarımı sırasında malzemenin çekme dayanımı ihmal edilecektir. Duvar kesitinin basınca çalışan kısmında sadece duvar dayanımı dikkate alınacak, basınç bölgesindeki düşey hatılın donatı ve beton katkısı ihmal edilecektir. Çekme bölgesinde ise sadece düşey hatılarda bulunan donatılar dikkate alınacaktır.


$$V_{Rd,3B} = f_{vd} t_{etkin} l_c \quad (7.3a)$$

$$V_{Rd,3B} = L_{duvar} t_{etkin} \frac{1,5 f_{vdo}}{b} \sqrt{1 + \frac{N_{Ed}}{1,5 L_{duvar} t_{etkin} f_{vdo}}} \quad (7.3b)$$


7.1.5. Düşey hatılların kesme kuvveti dayanımı V_{cr} , sadece beton katkısı (TS 500 esaslarına göre belirlenecektir) dikkate alınarak hesaplanacak, hatılların üzerindeki eksenel kuvvet ihmal edilerek **Denk. (7.4)** ile belirlenecektir.

$$V_{cr} = 0,65f_{ctd}b_wd \quad (7.4)$$

8. 3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLECEK YAPILARDA YALITIM UYGULAMA ESASLARI

8.1. GENEL ESASLAR

8.1.1. 3B baskı teknolojisiyle inşa edilen yapıda duvar, çatı, döşeme ve saydam boşluklar, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine uygun olarak tasarlanacaktır.

8.1.2. 3B baskı teknolojisiyle inşa edilen yapıların temel elemanlarında ısı yalıtımı ve su geçirimsizlik birlikte sağlanacaktır. Tüm detaylar Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne uygun olacaktır.

8.1.3. Çatı, teras ve ıslak hacimlerde su yalıtımı tasarım ve uygulamaları tasarımda öngörülen bütünleşik stratejiye ve üretim sürecine entegre biçimde Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği esas alınarak uygulanacaktır. Sistem performansı ise göllenme veya eşdeğer bir sızdırmazlık testi ile doğrulanacaktır.

8.1.4. Çatı sistemleri; su tahliyesi, ısı yalıtımı, buhar denetimi ve yapısal bütünlük ilkeleri gözetilerek tekil bir sistem olarak tasarlanacaktır. Eğim ve yüzey geometrisi, oluk ve gizli dere uygulamaları, çatı-duvar ve parapet dönüşleri, çıkış-havalandırma ve izolasyon bacaları ilgili standartlara göre yapılacaktır.

8.1.5. Ses yalıtımı, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre uygulanacaktır.

8.1.6. Tüm mekanik, elektrik ve havalandırma tesisat geçişleri; yapı kabuğunun bütünlüğünü bozmayacak şekilde yalıtılacaktır.

8.1.7. Hava, su ve buhar sızdırmazlığının sağlanması amacıyla, geçiş cidarlarında TS EN ISO 11600 standardına uygun olacaktır.

8.1.8. Yangın güvenliği bakımından, tasarım ve uygulamalar: Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerine uygun olacaktır.

8.1.9. Kullanılan tüm yapı malzemeleri Yapı Malzemeleri Yönetmeliğine uygun olacaktır.

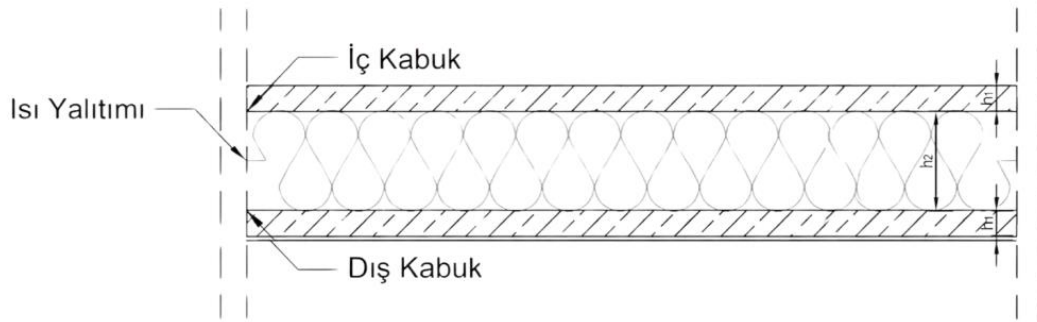
8.2. 3B BASKI TEKNOLOJİSİ İLE İNŞA EDİLEN YAPILARDA ISI YALITIMI

8.2.1. Bina kabuğunda (duvar, çatı, döşeme, saydam ve opak bileşenler) ısı yalıtımı kesintisiz olacak; ısı köprüleri en aza indirilecek ve duvar–çatı, duvar–döşeme birleşim detaylarında süreklilik sağlanacaktır.

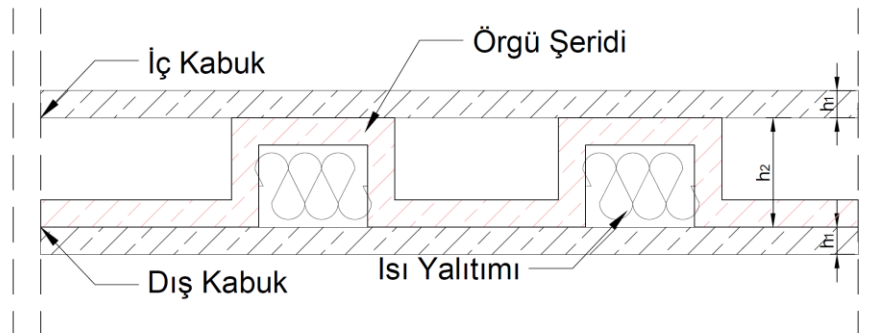
8.2.2. Isı yalıtımı uygulaması, duvar kabuklarının projede öngörülen nihai kotuna kadar basılması tamamlandıktan ve yüzeylerin toz, gevşek parça ve kalıp ayırıcı kalıntılardan arındırılmasından sonra gerçekleştirilecektir.

8.2.3. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı uyarınca yapılacak hesaplamalarda 3B baskı beton malzemesinin ısı iletkenlik katsayısı standardın Ek-E tablosunda yer alan Normal beton, doğal agregası veya mıcır kullanılarak yapılmış beton olarak alınacaktır. Isıl iletkenlik katsayısı daha iyi olan baskı beton kullanılması halinde Ulusal Teknik Onay alınarak kullanılabilir.

8.2.4. Orta dolgu tabakası, yapısal gereksinimlere ve iklim koşullarına bağlı olarak ilgili standartlara uygun yalıtım dolgusu veya taşıyıcı hafif dolgu şeklinde tasarlanacaktır (**Şekil 8.1.- Şekil 8.2.**).



Şekil 8.1. Taşıyıcı olmayan duvar kabuklarında ısı yalıtım uygulaması



Şekil 8.2. Taşıyıcı duvarlarda iç-dış kabuk arasındaki örgü şeridi ile yalıtım uygulaması

3D BASKI TEKNOLOJİSİ İLE YAPILACAK YAPILARIN TASARIM, HESAP VE YAPIM ESASLARINA DAİR YÖNETMELİK TASLAĞI

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; 3 boyutlu (3B) baskı teknolojisi ile inşa edilen yapı elemanları ve bina türü yapıların kullanım amacı ve hizmet süresine uygun güvenlik düzeyinde tasarımı, hesaplanması, boyutlandırılması ve yapımına ilişkin malzeme gereklilikleri, yeterlilik kriterleri, kontrol ve tasarım hükümleri ile ilgili kural ve koşullara dair usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – Bu Yönetmelik, 3B baskı teknolojisi ile inşa edilen zemin üstünde en fazla iki kata sahip olan yapıları kapsar.

Dayanak

MADDE 3 – (1) (1) Bu Yönetmelik, 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 97 nci ve 107 nci maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Uygulanacak esaslar

MADDE 4 – (1) 3B baskı teknolojisi ile yapılacak yapıların tasarım, hesap ve yapımı için bu Yönetmeliğin ekinde yer alan esaslar uygulanır.

Yürürlük

MADDE 5 – (1) Bu Yönetmelik 01/06/2026 tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 6 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı yürütür.

GENEL GEREKÇE

3B baskı teknolojisi ile bina yapımı, inşaat sektöründe hız, maliyet ve verimlilik açısından önemli avantajlar sunan yeni bir teknolojidir. Ancak bu yöntemin mevcut yapı mevzuatına tam olarak uymaması; yapı güvenliği, malzeme standartları, denetim ve ruhsat süreçlerinde belirsizliklere yol açmaktadır. Bu nedenle, 3B baskı teknolojisi yapılan yapıların güvenli, dayanıklı ve yasal çerçevede üretilebilmesi için özel bir mevzuatın hazırlanması ihtiyaç haline gelmiştir.

1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 97'nci maddesinin birinci fıkrasının (a) bendinde; "Yerleşmeye, çevreye ve yapılaşmaya dair imar, çevre, yapı ve yapım mevzuatını hazırlamak, uygulamaları izlemek ve denetlemek, Bakanlığın görev alanı ile ilgili mesleki hizmetlerin norm ve standartlarını hazırlamak, geliştirmek, uygulanmasını sağlamak ve ilgililerin kayıtlarını tutmak," hükmüne istinaden:

"3B Baskı Teknolojisi ile Yapılacak Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Taslağı" hazırlanmak suretiyle belirsizliklerin giderilmesi amaçlanmıştır.

3D baskı teknolojisi ile yapı üretimine ilişkin hazırlanacak mevzuat ile sektördeki yenilikçi uygulamalar güvenli, kontrollü ve sürdürülebilir bir şekilde yönlendirilecektir. Bu düzenleme sayesinde, yeni teknolojilerin yapı üretim süreçlerine entegrasyonu kolaylaşacak, uygulama birliği sağlanarak olası riskler en aza indirilecek, denetim ve ruhsat süreçlerinde uygulama birliği sağlanacaktır.

GÖRÜŞ FORMU*

Görüş Bildiren Kurum:

Taslağın Geneli Üzerindeki Görüş ve Değerlendirme		
Mevcut Metin	Taslak Metin	Öneri/Teklif Metni
Değerlendirme		
Değerlendirme		
Değerlendirme		
Değerlendirme		

NOT: Mevcut metin ve taslak metin sütunları karşılaştırma cetveli ile aynı renk ve biçimde oluşturulur. Teklif metni ile yapılacak değişiklikler ise farklı renkte gösterilir.