



YAPI KABUĞU BİD – YKBİD

Building Enclosure (Envelope) Commissioning - BECx

Azemet Candemir

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; özellikle ülkemiz inşaat sektöründe, yapılarda “Commissioning – Cx” olarak bilinen ve bu bildiriye Türkçe “Belgeleme, İletişim, Doğrulama - BİD” olarak atıfta bulunulacak prosesin aslen önemli bir bacağı olan fakat, genel olarak tesisat (mekanik ve elektrik) işleri ve sistemleri kapsamında değerlendirilmediği için yaygın olarak uygulanmayan yapı kabuğu BİD (commissioning) işleri hakkında genel bir bilgilendirme yapmak ve tüm ilgili sektör paydaşlarının bu kapsamla ilgili bilinçlendirilmesinde katkı sağlamaktır.

1. TERİMLER VE KISALTMALAR

Bu bildiriye kullanılan bazı teknik terimlerin Türkçe karşılıklarının seçiminde, TTMD (Türk Tesisat Mühendisleri Derneği) tarafından 15-16 Kasım 2019 tarihlerinde düzenlenen Cx “Commissioning” Çalıştayı süreci ve sonrasında yapılan değerlendirmeler neticesinde Kasım 2020’de yayınlanan sonuç bildirisinde belirtilen tanımlamalar referans olarak kullanılmıştır. Terimlerin Uluslararası platformda yaygın kullanılan İngilizce karşılıkları da ayrıca belirtilmiştir.

BİD : Belgeleme, İletişim, Doğrulama (ENG: Commissioning – Cx)

YKBİD : Yapı Kabuğu Belgeleme, İletişim, Doğrulama (ENG: Building Enclosure (Envelope) Commissioning – BECx)

TT : Tasarım Temelleri (ENG: Basis of design – BoD)

İPİ : İşveren Proje İstekleri (ENG: Owner’s Project Requirements - OPR)

PT : Performans Testi (ENG: Functional Performance Test – FPT veya Functional Test - FT)

2. YAPI (BİNA) KABUĞU NEDİR?

Genel olarak yapıların iklimlendirilmiş ve şartlandırılmış iç mahalleri ile dış ortamı ayıran, toprak altı ve üstü dahil aşağıda listelenen yatay ve dikeyde teşkil edilen her türlü bariyer ve kontrol katmanları yapı kabuğu olarak nitelendirilmektedir:

- Su, hava, nem bariyer ve kontrol katmanları
- Termal bariyer ve kontrol katmanları
- Gün ışığı, optik, solar, radyasyon bariyer ve kontrol katmanları
- Akustik, ses, gürültü, titreşim bariyer ve kontrol katmanları
- Yangın dayanımı bariyer ve kontrol katmanları
- Güvenlik, patlamaya karşı dayanıklılık sağlayan bariyer ve kontrol katmanları

Bu performans kriterlerinin özelliklerine göre bazı durumlarda yapısal elemanlar da yapı kabuğu kapsamında değerlendirilmektedir. Bu çalışmada YKBİD kapsamında referans olarak kabul edilen tüm kılavuz ve standartlar ağırlıklı olarak yukarıda listelenen ilk iki başlıkta belirtilen kriterlerin (su, hava, nem, termal) kontrolü üzerinde yoğunlaşmıştır.

Yapı Kabuğu terimi, IECC (International Energy Conservation Code) kapsamında tarif edilen “Bina Termal Kabuğu” (Building Thermal Envelope) ile karıştırılmamalıdır fakat IECC tarafından tarif edilen termal kabuk tanımını da kapsamaktadır.

3. YAPI KABUĞU NEDEN ÖNEMLİDİR?

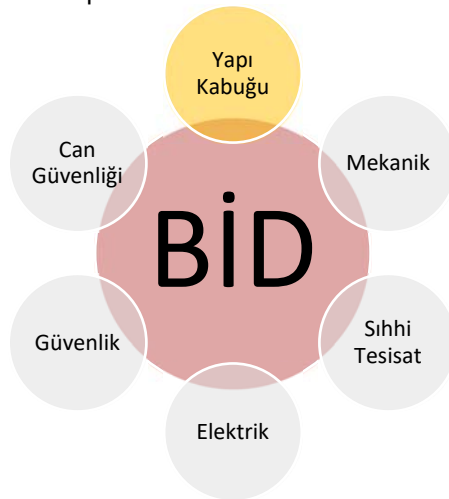
Gelişen inşaat teknolojisi ve günümüz mimari trendler doğrultusunda yapıların kabuğunu etkileyen karmaşık ve zor yapısal, cephe ve çatı tasarımları ile karşı karşıya geliyoruz. Bu durum da beraberinde bazı yeni riskler getirmektedir.

İnşaat sektörü geçmişinde hak ettiği önemi maalesef bulamayan yapı kabuğu uygulamalarında yapılan tasarım ve uygulama hataları ile yanlış/eksik malzeme seçimleri sonucunda karşı karşıya kalınabilecek temel sorunlar aşağıda listelenmiştir:

- Bina kullanımı ve işletmesi sırasında yaşanacak fonksiyonel bazı zorluklar.
- Bakım ve işletme maliyetlerin aşırı artması.
- Bina ömrünün azalması
- Bina kullanıcılarının konfor (sıcaklık kontrolü, gürültü vs) şartlarının olumsuz etkilenmesi.
- Bazı durumlarda bina kullanıcılarının sağlığını olumsuz etkileyebilecek durumların oluşması.
- Çevre sağlığı ve enerji tasarrufu konusunda olumsuz etkiler, düşük enerji verimlilikleri.
- Güvenlik zafiyetleri
- Estetik ve görsel unsurlarda yaşanan olumsuzluklar
- Yapılan hataların tamirat ve geri dönüşlerinin oldukça maliyetli olması, bazı durumlarda telafisi mümkün olmayan hatalı uygulamalarla yaşamak zorunda kalmak.
- Tüm bu olumsuzlukların beraberinde getireceği potansiyel hukuki davalar ve yaşanacak mağduriyetler.

4. YKBİD (BECX) NEDİR?

YKBİD, yapı kabuğu ile ilgili İşveren Proje İstekleri (İPİ) hazırlığı ile başlayıp, devamında yapı kabuğu ile ilgili tüm uygulamaların İşveren Proje İstekleri (İPİ) ve Tasarım Temelleri (TT) doğrultusunda gerekli Performans Testlerinin (PT) yapıldığının sağlanması ile, süreç içerisinde gereken her türlü belgeleme, iletişim ve doğrulama işlerini kapsar.





YKBİD hizmetleri ile münferit yapı kabuğu imalat kalemleri bazında hizmet veren danışmanlık hizmetleri karıştırılmamalıdır. YKBİD ve yapı kabuğu işleri danışmanlık hizmetleri arasında temel farklar aşağıda listelenmiştir.

YKBİD hizmetleri	YK Danışmanlık hizmetleri
✓ Gerçek pratik uygulamalara ve reel şartlara dayanır	✓ Standartlara dayanır
✓ Daha fazla ölçüm yapılır	✓ Nispeten daha az ölçüm yapılır
✓ Başından sonuna kadar resmi bir süreçtir	✓ Talebe ve ihtiyaca göre münferit ve kısa süreli bir hizmet olabilir
✓ Performansa dayalıdır	✓ Sorumluluğun azaltılmasına dayalıdır

5. YKBİD FAYDALARI NELERDİR?

Yapı kabuğu BİD sürecinin temel faydaları aşağıda özetlenmiştir:

- Binanın genel performansının artırılmasına katkı sağlar.
- Binanın dayanımının ve ömrünün artmasına katkı sağlar.
- Kullanıcı konforunun artmasına katkı sağlar.
- Binanın tasarlandığı şekilde yapıldığının ölçülmesini ve kontrolünü sağlar.
- Yapılan yatırımın daha hızlı geri dönüşünü sağlar.
- Model, prototip ve numuneler üzerinde yapılan gerçek testler ile olası hataların erken tespitinin yapılması sağlanır.
- Binanın enerji performansının optimize edilmesine katkı sağlar.
- Kalite kontrol sürecinde bilincin artmasına katkı sağlar.
- Süreçteki tarafların sorumluluk ve yetkilerinin doğru tarif edilmesine katkı sağlar.
- Bina işletme ekibinin konu ile ilgili bilinçlenmesine ve eğitimine katkı verir.
- YKBİD sürecinin tamamlanması LEED v4'e göre yeşil bina sertifikası alınması amaçlanan binalarda ilave 2 puan kazanılmasını sağlar.

6. YKBİD KAPSAM VE SÜRECİ

YKBİD, genel anlamda bina ana sistemlerinin BİD işlerine benzer bir süreç olmasına rağmen, genel BİD işlerine kıyasla en önemli ayırt edici özelliği ağırlıklı olarak doğru malzemelerin seçimi ve uygulama işlerine odaklanmasıdır.

Yapı kabuğunun genel performansı ancak kabuğun tamamen kapanması sonrası ölçülebileceğinden ve bu son dönemde tespit edilecek olası hataların hem maddi, hem de ciddi süre kayıplarına sebep verme olasılığının yüksek olması sebebi ile, yapım döneminde genel BİD işlerine kıyasla uzmanlar tarafından çok daha fazla takip gerektirmektedir. Benzer sebeplerle birçok farklı malzemelerin ve katmanların birleşiminden oluşan işlerin sahada uygulamaları öncesi yapılacak model ve maketler üzerinden gerçek performans testlerinin yapılması çoğu zaman gerekli olmaktadır.

YKBİD işleri kapsamına ait ana başlıklar Projenin çeşitli fazlarına bağlı olarak aşağıda listelenmiştir:

1. Tasarım Öncesi Faz (Pre-design Phase)
 - a. Yapı kabuğuna dair İPİ (OPR) hazırlanmasına katkı sağlanır.
 - b. YKBİD planı, kapsam ve bütçesi hazırlanır
 - c. YKBİD ekibinin rolleri ve sorumlulukları belirlenir.
 - d. YKBİD görevleri iş programına dahil edilir.
 - e. Yapı kabuğu bakım ve kontrol kılavuzu formatı ve uygulanacak protokoller belirlenir.
2. Tasarım Fazı (Design Phase)

Tasarım sürecinde aşağıda listelenen tüm alt tasarım fazlarında yapı kabuğu tasarımının İPİ doğrultusunda yapıldığının kontrolü sağlanır ve YKBİD planı geliştirilir.

- a. Şematik Tasarım Fazı (Schematic Design Phase – SD)
- b. Tasarım Geliştirme Fazı (Design Development Phase – DD)
- c. Uygulama Projeleri Fazı (Construction Documents Phase – CD)
3. İhale ve Teklif Değerlendirme Fazı (Bidding & Negotiation Phase)
4. Yapım Fazı (Construction Phase)
BİD'nin yapım sürecindeki esas amacı “doğrulama” işleri olup, ana aktivite gerekli testlerin yapılmasının sağlanması ve test sonuçlarının değerlendirilmesidir. Test prosedürleri ile ilgili detaylı bilgi bir sonraki bölümde mevcuttur.
5. İşletme Fazı (Occupancy & operations Phase)

7. YKBİD KAPSAMINDA YAPILAN TESTLER VE DOĞRULAMA İŞLERİ

Bu bölümde, bina kabuğu ile ilgili BİD işlerinin yapım fazındaki en önemli aktivitelerinden olan test süreçlerinden bahsedeceğiz.

YKBİD kapsamında yapılacak doğrulama işlerini 3 ayrı başlık altında inceleyebiliriz: (NIBS Guideline 3-2012)

a. Laboratuvar testleri ve modelleme çalışmaları (mock-up)

Projede kullanılacak kapı, pencere gibi malzemelerin laboratuvar ortamında muhtelif standartlara göre ısı yalıtımı, hava geçirimsizlik, yapısal dayanım, yoğuşma, solar ısı ve optik özelliklerine dair performans testleri ve bina kabuğunda kullanılan muhtelif malzemelerin testleri bu kapsamda değerlendirilebilir.

Aşağıda bu kapsamda yapılan testlere dair bazı görseller bulunmaktadır.



Figure 1. Lab mockup during ASTM E283 air infiltration test

Maket cephe için hava geçirimsizlik testi



Figure 2 Dynamic Water test
Maket cephe için basınçlı su testi

b. Saha testleri ve modelleme çalışmaları

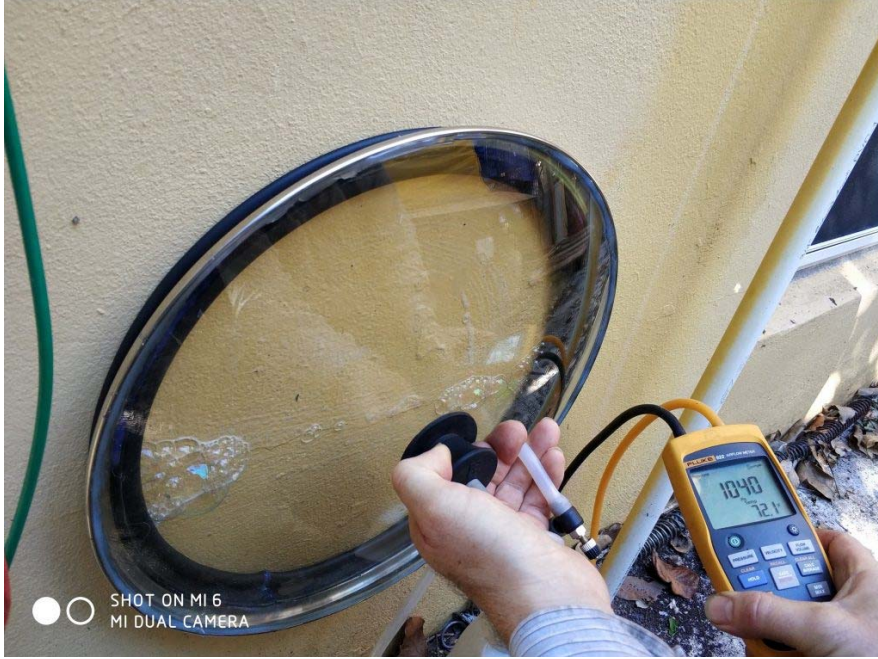
Bina kabuğu performansının doğrulanması ile ilgili en önemli test grubu saha testleridir. Bu saha testlerinin en önemli amacı, bina kabuğunda çeşitli sebeplerden dolayı oluşabilecek su ve hava kaçakları risklerinin tespit edilmesidir. Bina kabuğunda görülen su ve hava kaçaklarının ana sebepleri, tasarım, işçilik ve bakım süreçlerinde yapılan hatalardır. Bina kabuğundaki olası su ve hava kaçakları risklerinin bertaraf edilmesi binadaki genel sistemlerin performansı açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Bu kapsamda yapılan muhtelif bazı testlere dair görseller aşağıda paylaşılmıştır.



Isı ve hava kaçakları ile ısı köprülerinin tespit edilmesine dair kızılötesi kamera testi (ASTM E 1186)





Bina kabuğu elemanları hava geçirimsizlik testi (Bubble Gun testing) (ASTM E 1186)



Yapışma/Aderans çekme testi (ASTM D 4541)



Hava kaçak testi (ASTM E783)



Saha su geçirimsizlik testi (ASTM E 1105)



Hortumla yapılan su geçirimsizlik testi (AAMA 501.2)

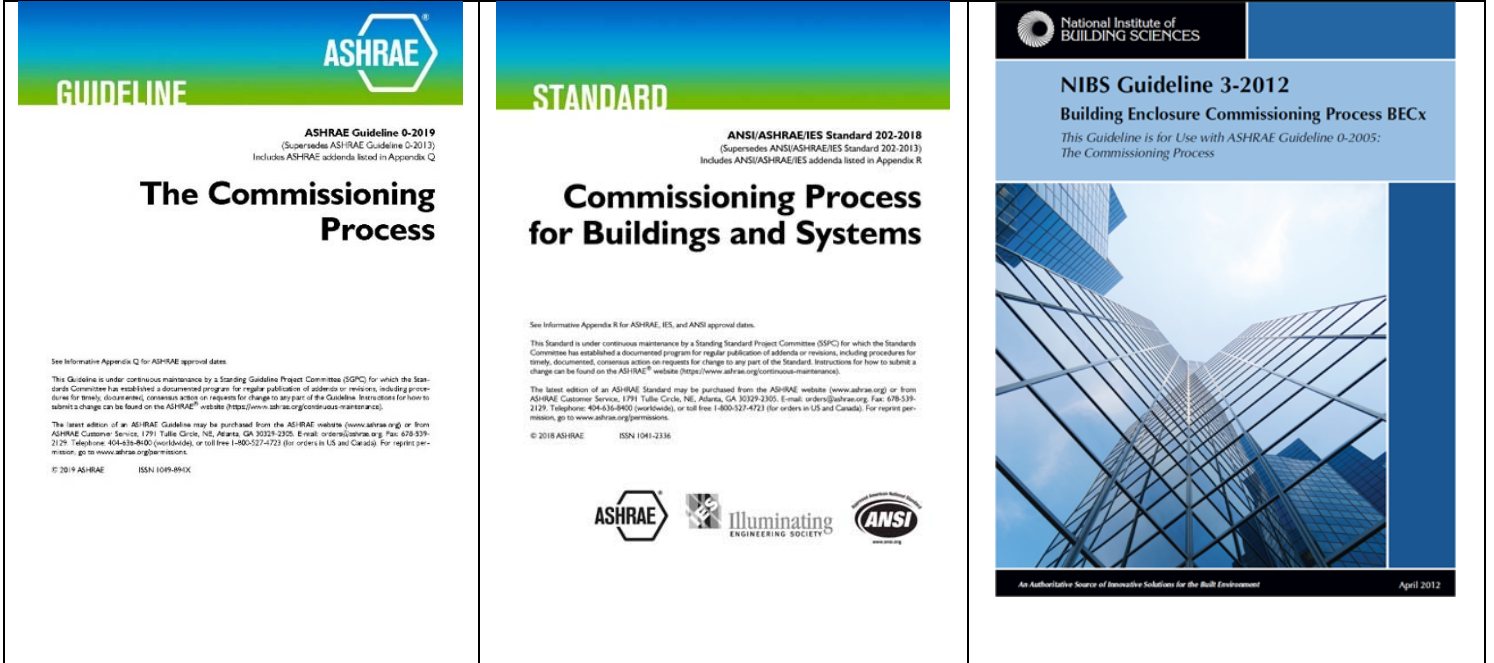


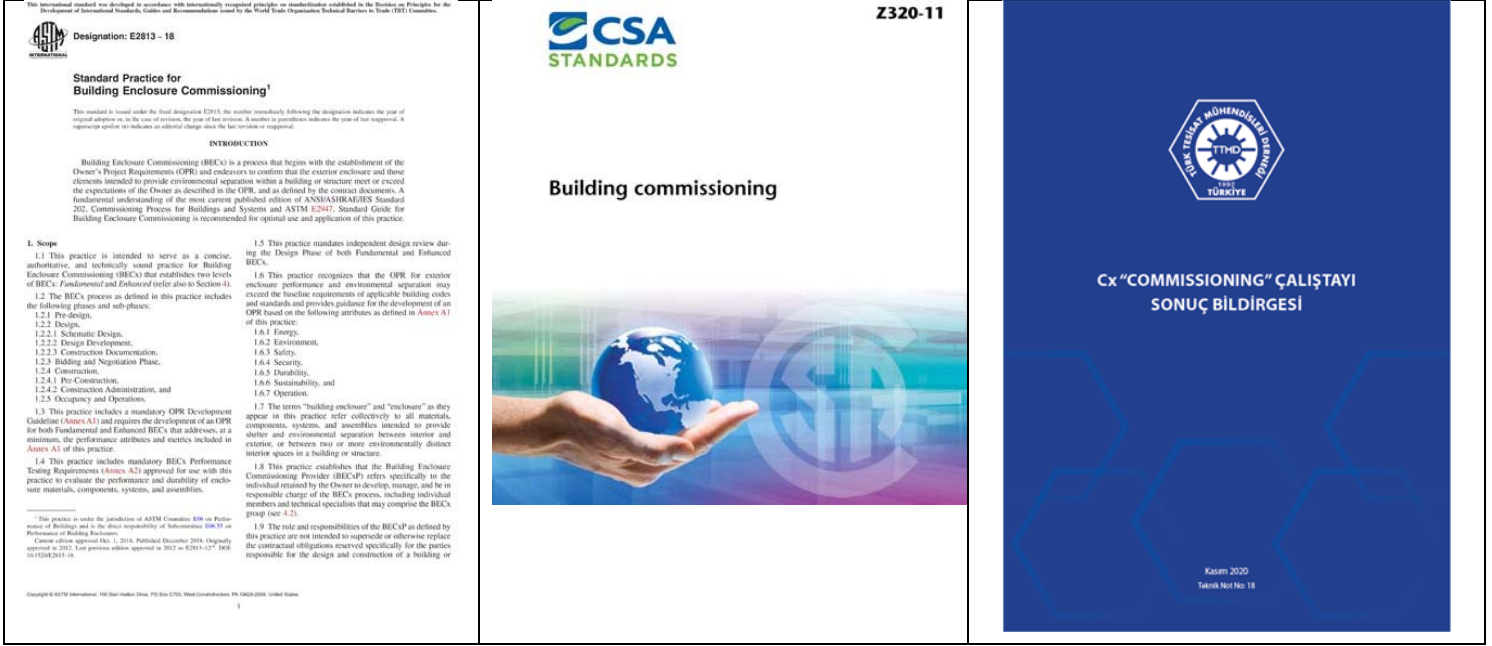
Tüm bina hava geçirimsizlik testi (ASTM E 779)

c. Tasarım bilgilerine göre yapılan test ve değerlendirmeler

Bu kapsamda yapılan değerlendirmeler genelde tasarımın belli standart ve kriterlere göre uzman Mimar ve Mühendisler tarafından incelenip değerlendirilmesi yapılmaktadır.

KAYNAKLAR





- ASHRAE Guideline 0-2019 – The Commissioning Process
- ASHRAE 202-2018 – Commissioning Process for Buildings and Systems
- NIBS GUIDELINE 3-2012 (National Institute of Building Science Guideline) – Building Enclosure Commissioning (BECx) Process
- ASTM E2318 –18 - Standard Practice for Building Enclosure Commissioning
- CSA Z 320 (Canadian Standards Association) – Building Commissioning
- TTMD Cx "Commissioning" Çalıştayı Sonuç Bildirgesi – Kasım 2020

ÖZGEÇMİŞ

Azemet CANDEMİR

1975 Gaziantep doğumludur. 1997 yılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Mezun olduktan sonra inşaat sektöründe yaklaşık 20 seneye yakın uluslararası iş yapan Müteahhit firmalarda çeşitli pozisyonlarda görev aldı. Bu süre içerisinde yerli ve uluslararası birçok prestijli üst yapı projesinde çalıştı. 2017 yılından itibaren yerli ve uluslararası nitelikli üstyapı projelerinde Proje ve İnşaat Yönetim hizmeti vermekte olan MCS MÜHENDİS İnşaat Yönetim A.Ş. firmasında Genel Müdür olarak çalışmaktadır.