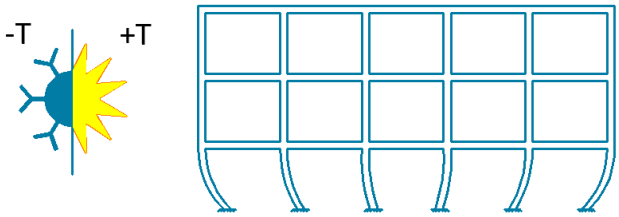
İDECAD STATİK İLE ISI YÜKLEME İLE ANALİZ

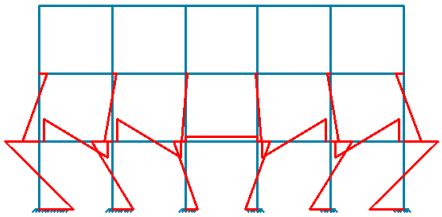
Yasin Arslan
Yüksek Deprem Mühendisi

Isı Yükü İle Analiz Hesap Açıklaması

- Sıcaklık değişimi yapıda büzülme ve genleşme davranışına sebeb olur. Elemanlarda meydana gelen bu hacim değişimi iç tesirlerin oluşumuna sebeb olduğundan yük etkisi olarak dikkate alımalıdır.

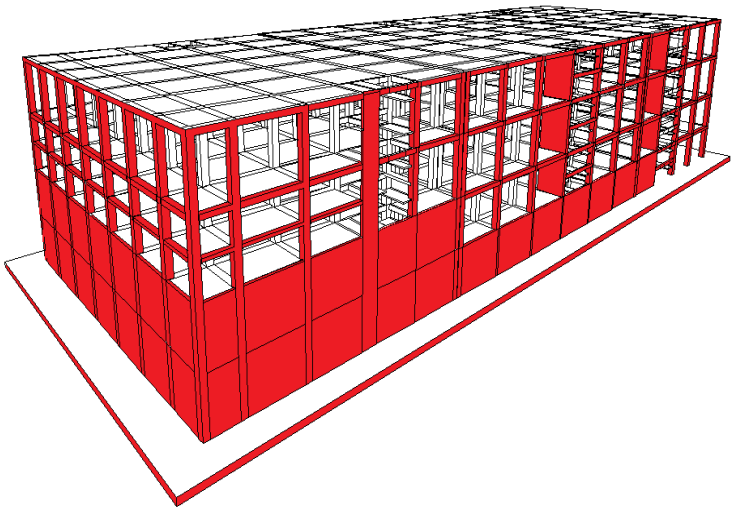


- Sıcaklık değişimi elemanlarda doğrudan eğilme gerilmeleri oluşumuna neden olmaz ancak birbirlerine düğüm noktalarından bağlı bir döküm elemanların eksenel deformasyon yapması ve mesnetlenme koşulları eğilme momentleri oluşmuna neden olmaktadır.



- Genel olarak yapıda bu tesirlerin dağılımı alt kat kirişlerinde eksenel kuvvet alt kat kolonlarında ise eğilme monenti olarak gözlenir. Sürekli kirişlerde her kirişin eksenel deformasyon başlangıç koşulu bir önceki kirişin deformasyonu olduğundan yapının uç kolonlarına doğru oluşan momentler artmaktadır.

- Böylece yapı elemanlarında oluşan bu tesirler planda uzunluğu fazla olan yapılarda hesap yapılmasını gerektirecek önemli değerlere ulaşmakta ve P-Δ etkilerinin artmasına neden olmaktadır



- TS 500'de sıcaklık değişimleri ve büzülme etkileri gözönünde bulundurularak planda uzunlukları fazla olan hiperstatik yapılarda genleşme derzleri düzenlenme zorunluluğu vardır.

- Derz sınırları uçlarında rijit perde bulunmayan çerçeve sistemlerde 60m ye kadar artırılabilektedir.

- Isı hesabı yapılarak uzunlukları fazla olan yapılarda bu sınırlar artırılabilir ve sıcaklık değişiminin etkileri dikkate alınarak yapı dizaynında kulanılabilir.

- TS 500 de yapı tasarımında T ısı yükü etkisi düşey yükleme ile birlikte kombinasyonlara girmektedir, İdestatik'te ısı yüklemesi tanımlanması halinde kombinasyonlar otomatik oluşturulmakta ve tasarımda kullanılmaktadır.

Fd = 1G + 1.2Q + 1.2T

- TS500'e (6.3.4) göre sıcaklık değişiminin etkisi hesaplanırken elemanların eğilme rijitlikleri (EI) azaltılabilir.

- Çatlamış kesit atalet momenti kullanılanılarak yapılan çözümde gerçeğe yakın tesirler elde edilmiş olur. Uygulanmaması durumunda olması gerekenden büyük tesirler ve donatı alanları elde edilmiş, maliyetli çözüm yapılmış olacaktır.

- TS500 ve literatüre göre elemanların azaltılmış eğilme rijitliklerinin;

Kirişler: E_cI_c / 2 , Kolonlar: E_cI_c /3 olarak alınabileceği belirtilmiştir.

- İdestatik'te bu değerler default atanmakta ve kullanıcı isterse değiştirebilmektedir.

- Isı hesabında dikkate edilmesi gereken önemli bir durum rijit diyafram tanımıdır. Yatay düzlemde rijit diyaframa bağlı kirişler eksenel deformasyona karşı tutulmuş olurlar ve eksenel kuvvet değeri sıfır olur. Isı hesabında rijit diyaframlı çözüm yapılırsa sonuçlar tamamen hatalı olmuş olur.

- İdestatik'te sadece ısı yüklemesi için rijit diyaframsız çözüm yapılır ve sonuçlar süperpoze edilir.

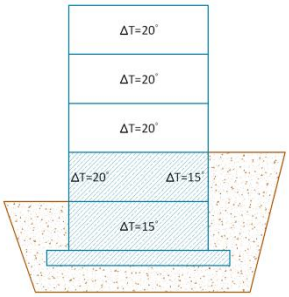
- Isı yüklemesi betonarme binalarda mevsimsel sıcaklık değişiminin yapı üzerindeki etkisini incelemek için kullanılabilir.

<u>İdecad Statikte Isı Hesabı Hesap Parametreleri</u>

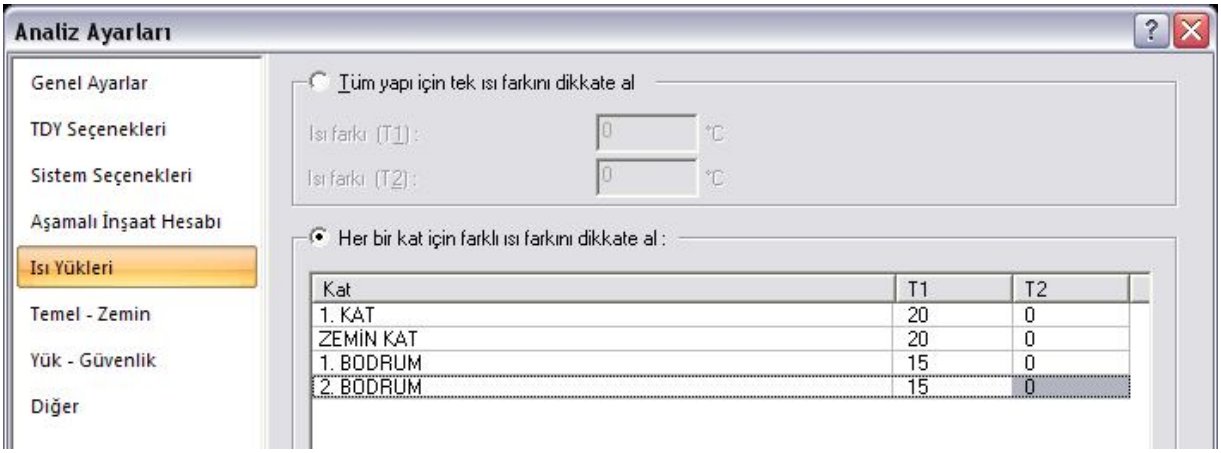
- İdestatikte elemanlara elemanın alacağı iki farklı sıcaklık değerinin farkı yük olarak verilir. Örneğin: yapı yazın 25^0, kışın 5^0 olsun $\Delta T=25-5=20^0$ tanımlanmalıdır.

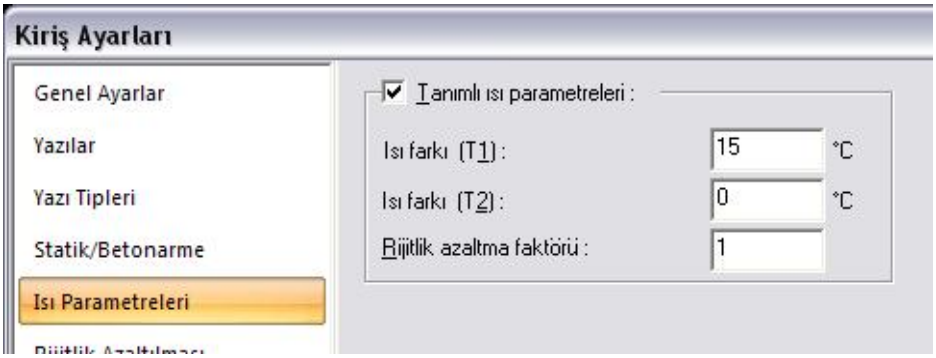
- Isı yükü ihtiyaca göre yapı, kat ve eleman bazında verilebilir.

- Bütün yapı aynı ısı farkına maruz kalıyorsa "Tüm yapı için tek ısı farkını dikkate al" opsiyonu kullanılabilir. İki farklı ısı yükü tek seferde tanımlanarak iki farklı ısı durumu çözülebilir.

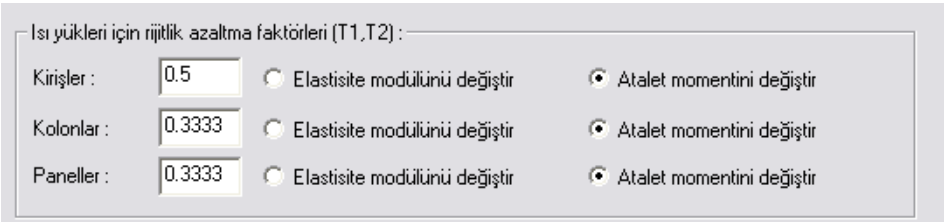


- Yapının katları arasında ısı farkı değişken ise “Her kat için ısı farkını dikkate al” opsiyonu açılarak kat bazında tanımlanabilir. Örneğin bodrumlu bir yapının üst katlarında yapı yazın 25^0, kışın 5^0 olsun $\Delta T_{(üst)}=25-5=20^0$, bodrum katlar içinse yazın 20^0, kışın 5^0 olsun $\Delta T_{(alt)}=20-5=15^0$ olur. Tanımlama opsiyon açılarak aşağıdaki gibi yapılmalıdır.



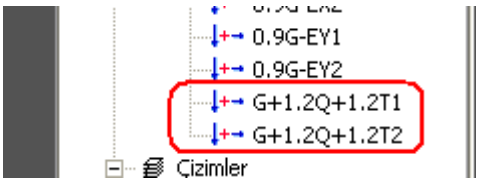


- Yapının elemanları arasındada ısı farkı verilmesi ihtiyacı olabilir. Örneğin yapının arazi eğiminden dolayı açık yüzündeki elamanlarında 20^0 iken gömülü yüzündeki elamanlarında 15^0 olması durumunda şekildeki gibi eleman özelliklerinden ısı yükü tanımlanabilir.



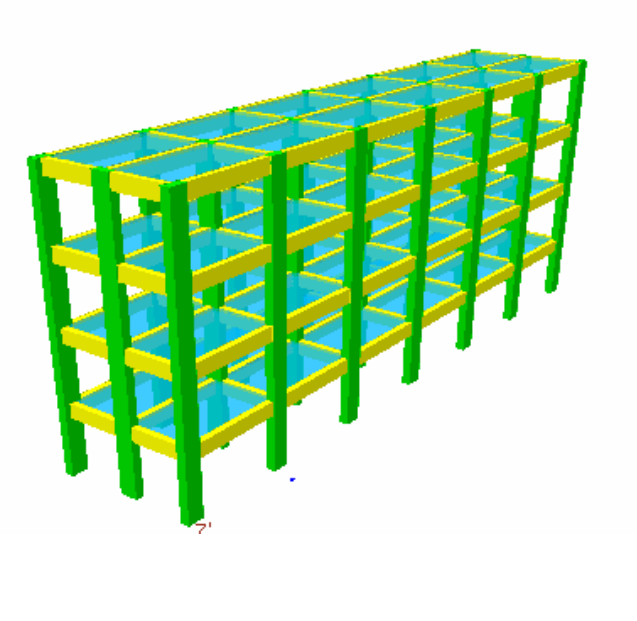
- İdestatik’te ısı hesabında “Isı yükleri için rijitlik azaltma faktörleri” opsiyonu ile eğilme rijitlikleri (EI) azaltılabilir. Programdaki mevcut değerler kirişler için E_cI_c / 2, kolonlar için E_cI_c /3 olarak TS500 ve literatürdeki kaynaklara uygun olarak atanmıştır. Rijitlik azaltması atalet momenti veya elastisite modülü kullanılarak yapılabilr. Isı yükü ile sünme hesabın yapılmak istenirse elemanların eksenel rijitliğinin önemli olduğu durumlarda bu seçenek kullanılarak elastisite modülünün azaltılması gerekmektedir.

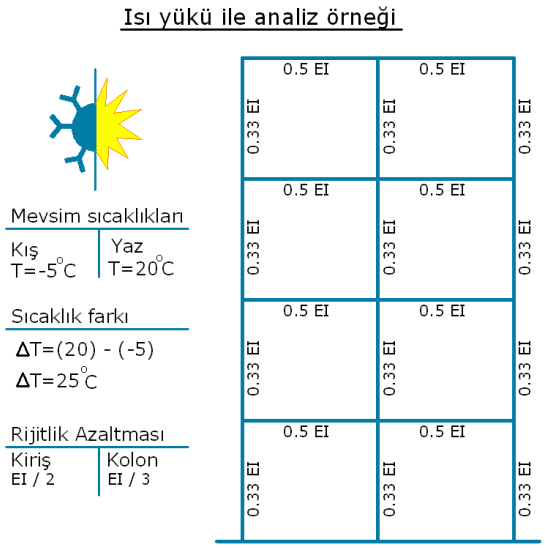
- Tanımlanması gereken diğer parametre ısıl genleşme katsayısıdır. TS500 3.3.3.4 ‘e göre betonun ısıl genleşme katsayısı $\alpha_t=10^{-5}/^oC$ alınmalıdır. Bu değer doğrudan sıcaklık ile çarpılarak betonun birim şekildeğiştirmesini vermektedir.



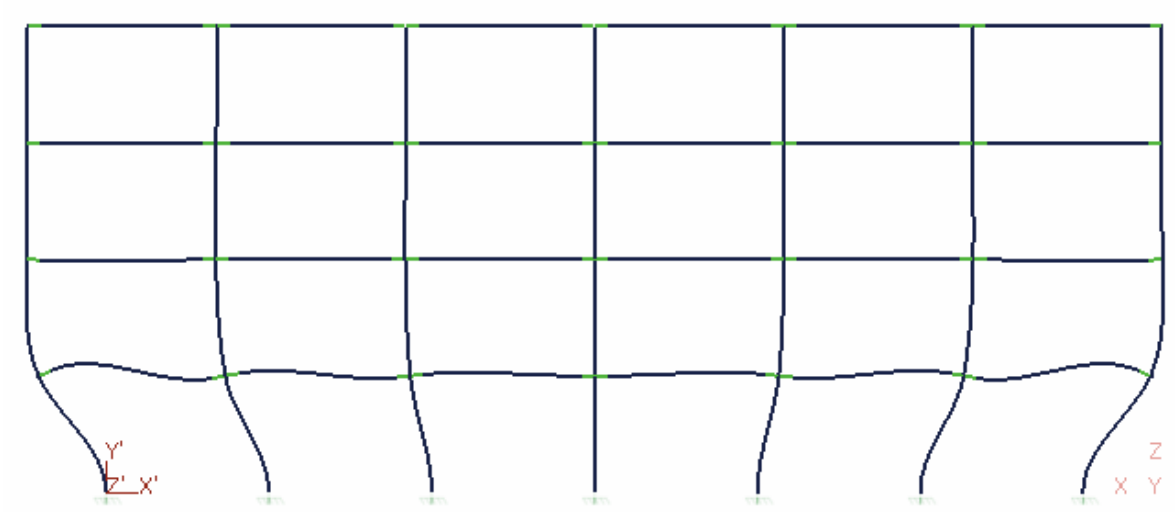
- TS 500 de sıcaklık değişimi yük kombinasyonlarına dahil edilmektedir. İdestatik'te ısı yükü verilmesi halinde kombinasyonlar otomatik olarak tanımlanmaktadır ve yapı dizaynında dikkate alınmaktadır.

<u>Isı Yükü İle Analiz Örneği 1</u>



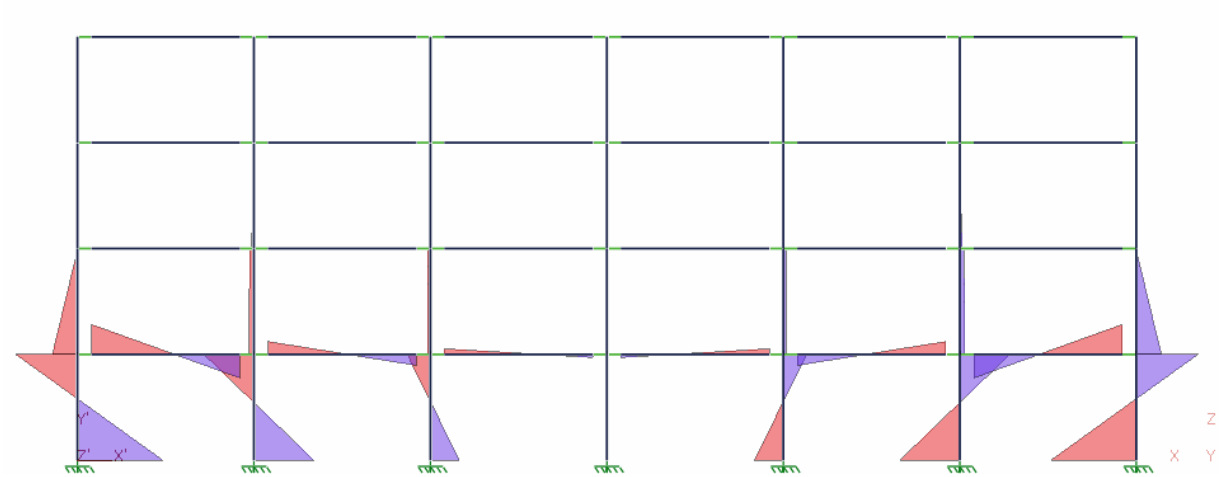


- Örnek model olarak şekilde görünen 4 katlı planda 30m uzunluğa sahip çerçeve sistem seçilmiştir. Isı yükü mevsimsel olarak şekilde görüldüğü seçilerek ilk çözümde bütün bina için tek bir ısı farkı tanımlanarak hesaplanmıştır.

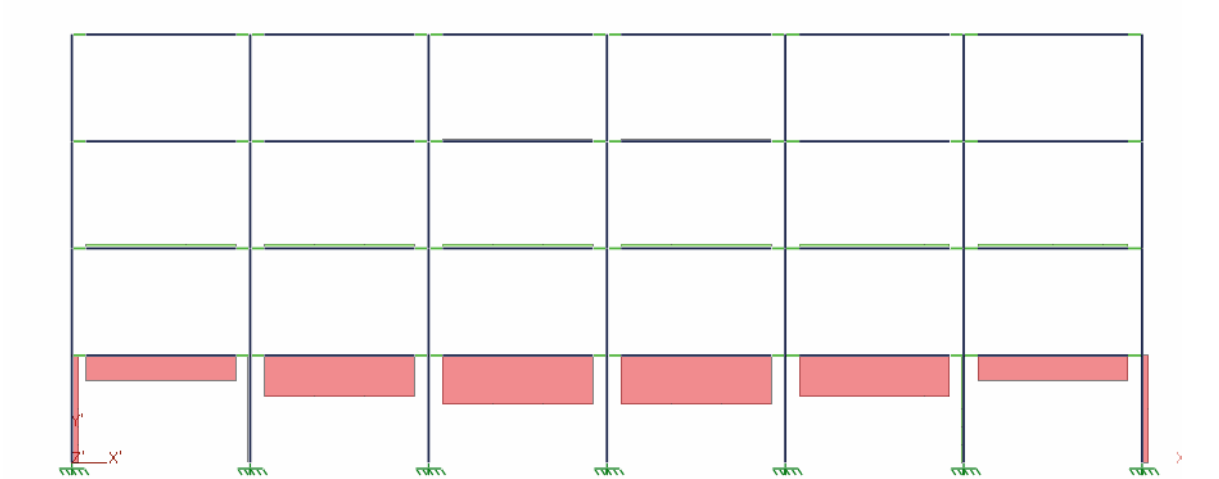


T yüklemesi altında yapı deformasyonu

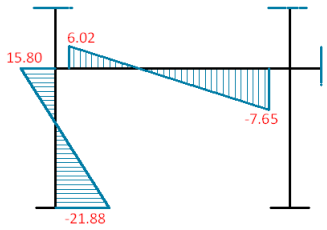
- Şekilde görüldüğü zemin kat kolon ve kiriş deplasmanları önemli merteblerdedir. Üst katlarda katlar arası ısı farkı olmadığından yapının üst katları fazla etkilenmemektedir.



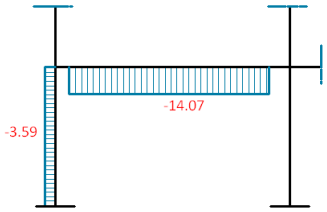
T yüklemesi altında M_{33} moment diyagramları



T yüklemesi altında N eksenel kuvvet diyagramları



S1 Kolonu
M33 moment diyagramı



S1 Kolonu
N eksenel kuvvet diyagramı

- Şekilde köşe kolon ve kirişin moment ve eksenel kuvvet değerleri görünmektedir.

- S1 kolonunun maximum moment değeri -21.88 tm olmaktadır. “Kolon bilgisi ve statik sonuçları raporu” altında diğer yüklemelerden gelen tesirlerle karşılaştırıldığında max tesirin T yüklemesinden oluştuğu görülür.

- Düşey yükler ve deprem yüklemeleri yatay düzlemde kirişlerde eksenel kuvvet oluşturmazlar. Ancak örneğin K1 kirişi için T yüklemesi altında görüldüğü üzere -14.07 t önemsenecek mertebede eksenel kuvvet oluşmaktadır.

- Deprem yönetmeliği 3.4.1.2 de belirtilen kirişler için belirtilen Nd $\leq$ 0.1Acfck maximum eksenel kuvvet koşulunun sağlanıp sağlanmadığına bakılmasını gerektirmektedir.

Kolon Bilgileri	Uç	Yükleme	Sonuç	Kolon uç kuvvetleri					
		Yön	Açıkl.	N [tf]	V2 [tf]	V3 [tf]	T [tfm]	M2 [tfm]	M3 [tfm]
ZEMİN KAT									
S01		EX1	+5%	9.55	5.72	0.16	-0.01	2.20	13.15
i = 27 j = 28		EX2	-5%	10.96	5.60	-0.12	0.01	-2.16	12.88
l = 3.00 m A = 3200.0 cm²		EY1	+5%	-14.96	-0.31	2.48	0.07	4.26	-4.51
Imaj = 1706666.67 cm4	Alt	EY2	-5%	-21.68	0.30	3.81	-0.07	6.51	4.50
Imin = 426666.67 cm4		G	Düşey	-30.48	-0.69	0.12	-0.00	0.12	-0.62
Ibur = 1443840.00 cm4		Q	Düşey	-2.88	-0.10	0.00	-0.00	0.01	-0.09
· İç kuvvetler arttırıldı (2.7.5)		T	Isı	-3.59	-12.56	0.90	-0.54	1.43	-21.89

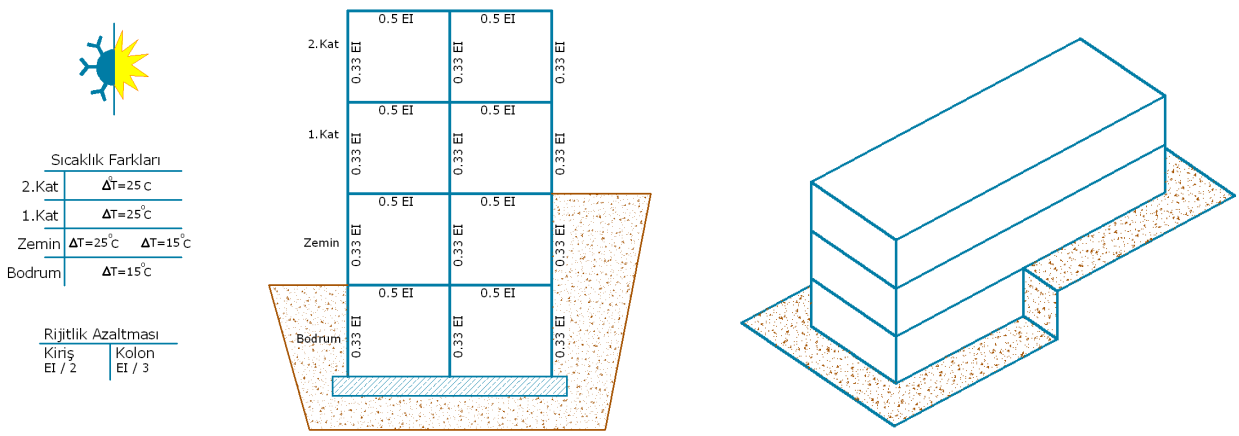
Kolon bilgisi ve statik sonuçları raporu

İsim-Boyut		Sonuç				Donatılar			
Kolon	b/h [cm]	Kombinasyon	Nd [tf]	Md2 [tfm]	Md3 [tfm]	Ast [cm²]	Majör	Minör	Etriye
ZEMİN KAT									
S01	80.0 / 40.0	G+1.2Q+1.2T (Alt)	38.25	1.85	-26.99	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10
S02	80.0 / 40.0	G+1.2Q+1.2T (Alt)	51.38	1.90	-18.47	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10
S03	80.0 / 40.0	0.9G+EX1 (Alt)	41.68	1.95	14.40	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10
S04	80.0 / 40.0	0.9G+EX1 (Alt)	41.39	1.76	14.41	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10
S05	80.0 / 40.0	0.9G-EX1 (Alt)	41.66	1.95	-14.40	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10
S06	80.0 / 40.0	G+1.2Q+1.2T (Alt)	51.31	1.90	18.46	32.00	10Ø14	12Ø14	ø8/16/10/10

Kolon betonarme hesap sonuçları

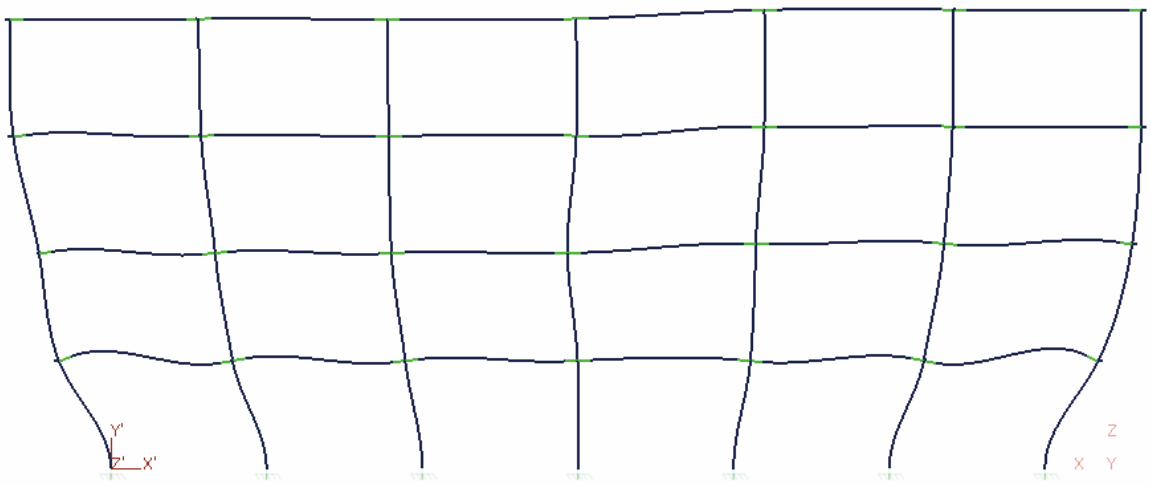
- Kolon betonarme hesap sonuçları raporunda bazı kolonlar için donatı hesabına esas tesirlerin ısı yüklemesi kombinasyonlarından geldiği görülebilir.

Isı Yükü İle Analiz Örneği 2



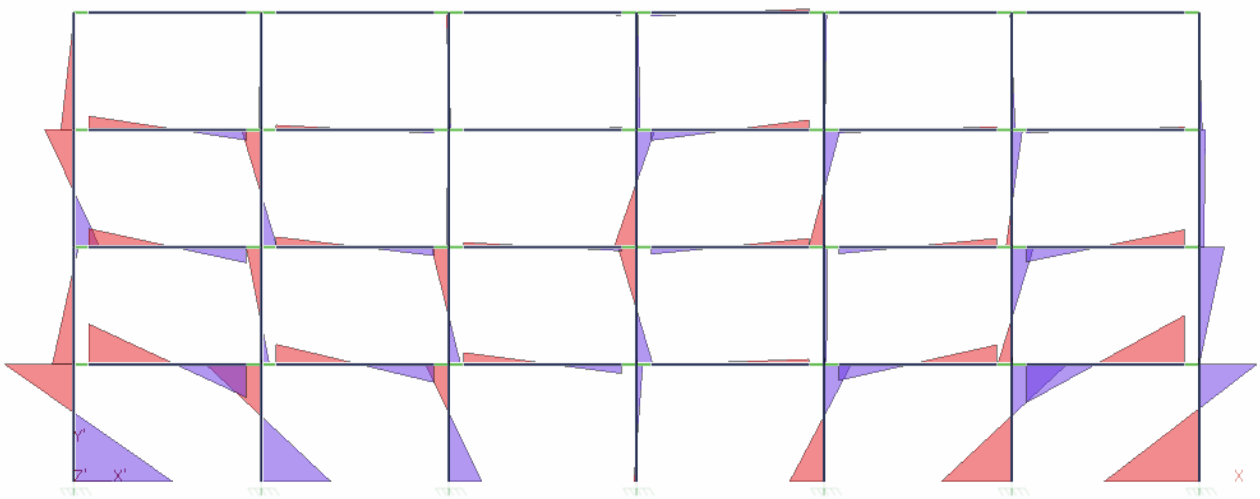
- İdestatik'te aynı model üzerinden farklı bir ısı yükleme kombinasyonunda sonuçları inceleyelim. Binanın doğrudan güneşle temas etmeyen bodrum kısmında sıcaklık farkının 15 °C, zemin katta ise kot farkından dolayı kapalı kısmın 15 °C diğer açık kısmın 25 °C olduğunu düşünelim.

- Programda kat kat ısı yükü tanımlanacak, zemin katta ise elemanların bir kısmına eleman bazında ısı yükü atanarak çözüm yapılacaktır.



T yüklemesi altında yapı deformasyonu

- Önceki çözümden farklı olarak yapıda katlar arasında ısı yükü farkı olduğundan diğer katlarda sıcaklık etkisi görülmektedir. Simetrik yükleme yapılmadığından örnekte verilen ısı yüklemesini temsil edecek şekilde oluşmuştur.



T yüklemesi altında M_{33} moment diyagramları

T yüklemesi altında N eksenel kuvvet diyagramları