

Gerinim Lokalizasyonunun Malzeme Modeli Hesabına Katılması

PREPARED/EDITED BY	CHECKED BY
BİHTER BİLGİN KIDEMLİ YAPISAL ANALİZ MÜHENDİSİ	ERKİN BARIŞ GÜNGÖR KIDEMLİ YAPISAL ANALİZ MÜHENDİSİ

Tarih: 24/10/2022

Giriş

Sonlu elemanlar analizlerinde genel olarak, standart malzeme testlerinden elde edilen malzeme verileri kullanılarak sonuç alınır. Bu durumda, malzeme dayanımına üretim etkileri ve gerinim lokalizasyonu etkileri yansıtılmadan malzeme verileri elde edilmektedir. Stres lokalizasyonu etkileri her ne kadar ihmal edilse de etkilerin yapısal analiz sonuçlarına dahil edilmesi, doğru sonuçlar elde etmek adına oldukça önemlidir.

Stres lokalizasyonu gibi etkilerin ürün modeline aktarılması, gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmesini ve bu sayede daha performanslı ürün tasarımlarına gidilmesini sağlayacaktır.



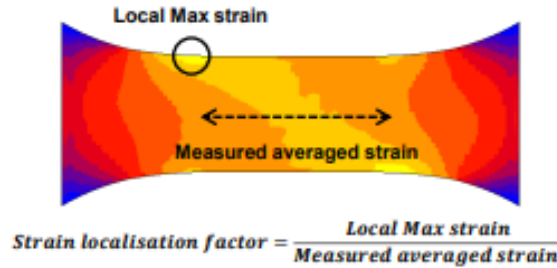
RESİM 1: ÜRETİM VE MALZEME ÖZELLİKLERİNİN HESABA KATILMASI

Lokalizasyon Etkisi

Çekme testlerinde kupon geometrileri standartlaştırılmıştır. Dambıl şeklindeki test numuneleri (ISO 527-1) plastik/polimer yapıların testlerinde yaygın olarak kullanılır. Anizotropik malzeme özelliklerinin testleri için farklı serim açılarında çok sayıda kupon ile testler gerçekleştirilir. Bu testlerde geometri ve malzeme yapısı kaynaklı etkilerden dolayı stres bir bölgede yoğunlaşır ve yapı en yüksek gerinim noktası bölgesinden kopmaya geçer. Gerinim lokalizasyonu etkisinin Digimat kabiliyetleri ile malzeme özelliklerine yansıtılması mümkündür. Lokal maksimum gerinim ile ortalama gerinim değeri oranı, lokalizasyon faktörü olarak test verilerine uygulanır. Böylece sonlu eleman analizi için gerçek davranışa uygun malzeme verileri kullanılmış olur.

Lokalizasyon faktörü ile

- Tersine Mühendislik uygulanarak kopma noktasındaki gerinim değeri doğrulanabilir.
- Sonlu elemanlar analizi sonuçlarının deneysel sonuçlar ile uyumsuzluğu ortadan kaldırılır.



RESİM 2: GERİNİM LOKALİZASYON FAKTÖRÜ

Malzeme Kalibrasyonu

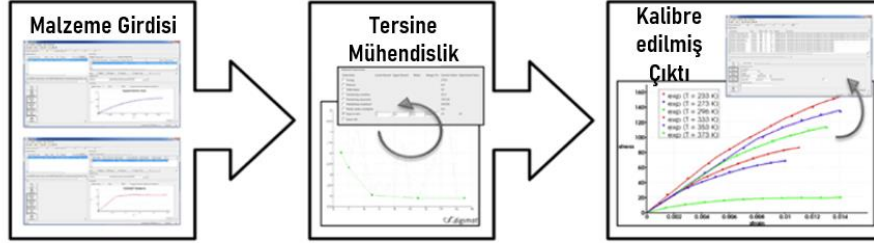
Digimat MF modülü sayesinde kompozit malzemelerin içeriğindeki malzemelerin özellikleri, dizilimleri, yapıya katılım oranları gibi girdilerle modelleme aşamasına dahil edilerek kompozitlerin yapısal özellikleri elde edilebilmektedir. Bu sayede test verisine ihtiyaç duymadan farklı yapıdaki kompozitlerin özellikleri kolaylıkla elde edilebilir.

Digimat MF'den elde edilen malzeme kartlarının doğruluk anlamında gerçek test verileri ile yakınsaması adına Digimat MX ile tersine mühendislik yapılarak malzeme kalibre edilebilir. Kalibrasyonu yapılmış malzeme özellikleri Digimat içerisinde iki yöntemle elde edilebilir.

Bunlar;

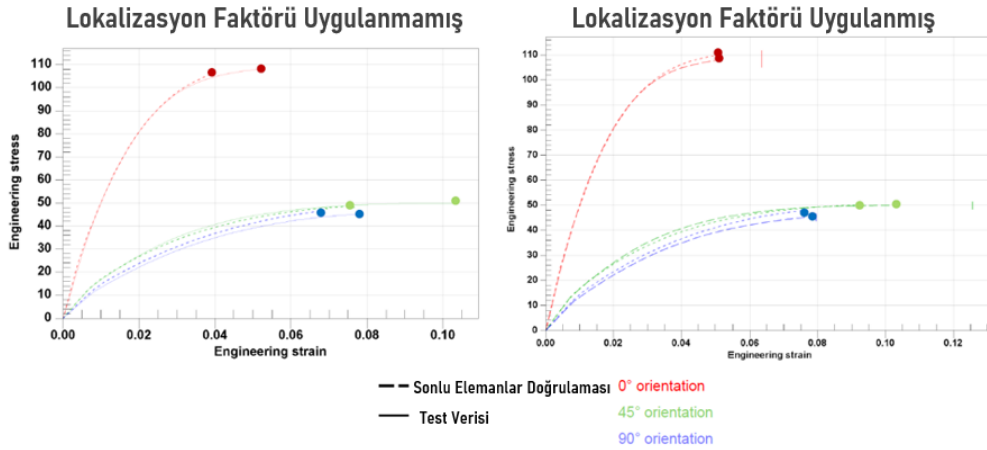
- Digimat MX malzeme tedarikçilerine ait kütüphaneler kullanılarak kalibre edilmiş malzeme kartlarına erişilebilir.
- Digimat MX tersine mühendislik yöntemlerini kullanarak malzeme verileri kalibre edilebilir.

Digimat MX, Digimat malzeme kartlarının içerisindeki parametreleri elastik ve plastik bölgelerde ayrı ayrı kalibre edebilme imkanı sağlar. Aynı zamanda stress lokalizasyonu etkilerini de hesaba katabilme imkanı sağlayarak, test verileri ile uyumlu malzeme modelleri elde edilebilmektedir.



RESİM 3: DIGIMAT MX İŞ AKIŞ ŞEMASI

Digimat malzeme kartı ve çekme testi verileri Digimat MX e girdi olarak sağlanır. Test kuponu doğrulamalarıyla Digimat MX sonuçları, deneysel sonuçları tahmin eder hale gelir.



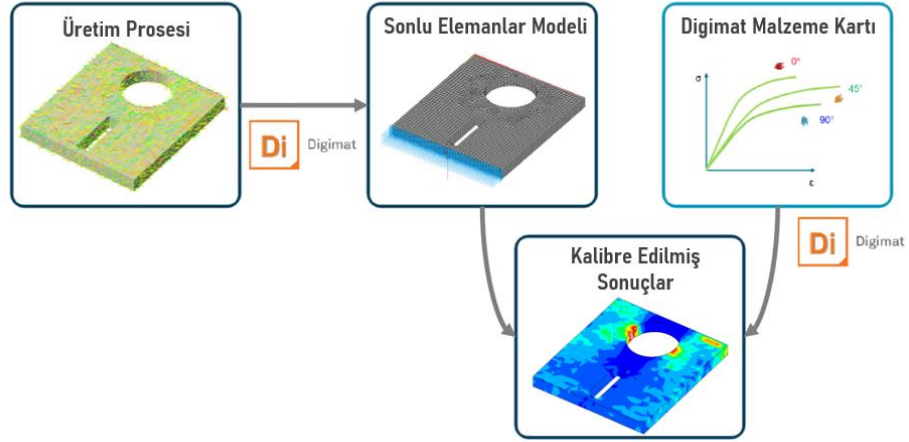
RESİM 4: TEST VERİSİ VE SONLU ELEMENLAR MODELİ KARŞILAŞTIRMASI

Özellikle kupon en boy oranı ile lokalizasyon etkisi değişkenlik gösterecektir. Malzeme verilerinin lokalizasyon hesaplaması, elastik bölge için anisotropik katılık farklılıkları ve kupon geometrisi etkisi lokalizasyon faktörü hesabı için kullanılır. Ancak yapının plastik bölgeye geçişi ile birlikte kuponda maksimum plastisitenin görüldüğü bölge, yüzeyden iç bölgeye ilerler. Malzemenin sünek olması durumunda, gerinim lokalizasyonu kenar bölgelerden kuponun merkezine doğru kayar ve burada bir boyunlaşma meydana gelir. Elastik bölge ve kopma bölgesi için iki ayrı tersine mühendislik işlemi ile lokalizasyon faktörü hesaplanır.

Sonuç olarak kupon geometrisi ile birlikte malzeme davranışı, lokalizasyon ile doğrudan ilişkilidir. Sıcaklık, gerinim oranı (strain rate) ve malzeme içeriğine ait oryantasyonlar gerinim lokalizasyonu etkileyecektir.

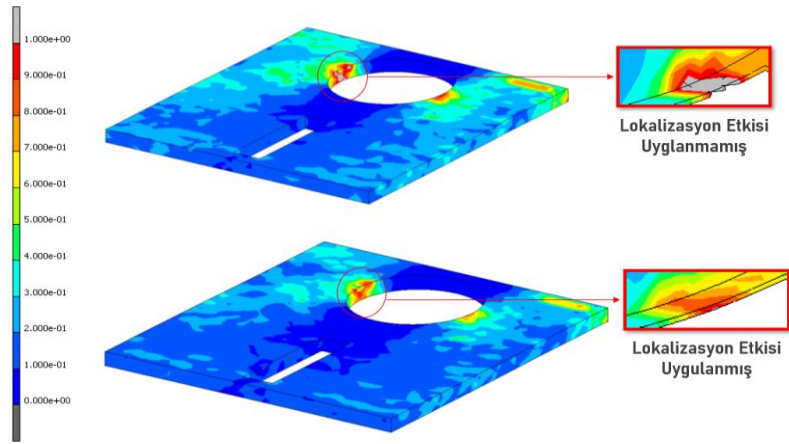
Digimat RP ile Parça Seviyesinde Lokalizasyon Faktörü Uygulaması

Digimat RP hesaplamalı malzeme mühendisliği (integrated computational materials engineering) uygulamasıyla malzeme davranışına üretim etkileri ve malzeme mikro yapısı özellikleri yansıtılabilmektedir.



RESİM 5: DİGİMAT RP İŞ AKIŞ ŞEMASI

Lokalizasyon etkilerini üretim parçası özelinde incelememiz gerektiğinde, Digimat RP ile parçanın üretim etkilerini de hesaba katarak, kalibre malzeme verileri sayesinde anizotropik etkilerin doğru yansıtıldığı sonlu elemanlar modeli sonuçları elde edilir.



RESİM 6: LOKALİZASYON ETKİSİNİN SONLU ELEMANLAR MODELİNE ETKİSİ

Digimat RP modulünde malzeme prosesi etkileri ve lokalizasyon faktörü ile çözümlenmiş bir sonlu elemanlar analizini incelediğimizde, yapının yük taşıma kapasitesinin lokalizasyon faktörü ile daha doğru temsil edildiği görülmektedir.