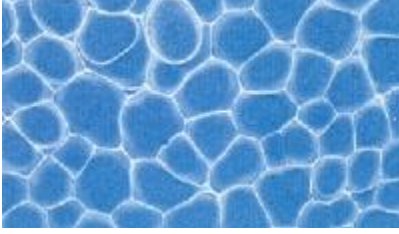
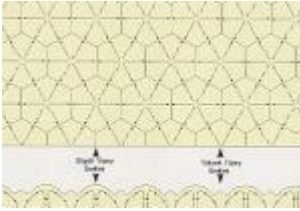


Bénard Hücreleri



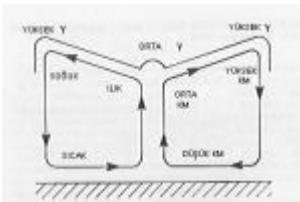
Bénard hücreleri, ince filmlerde çözgen buharlaşmasının yol açtığı girdap hareketlerinin boya filminin yüzeyinde oluşturduğu altıgen hücrelerdir. Akımların, merkezlerde tepeler, hücre sınırlarında çukurlar oluşturduğu bir hareketlilik tüm hücreye egemendir. Bu akımlar, farklı boya bileşenlerinin ayrılarak hücrenin değişik kısımlarında birikmesine ve renk ve yüzey farklılıklarının oluşmasına yol açar. Bu hücreler, boya kurudukça ya da sertleştikçe belirginleşir. Eğer sertleşme/pişirme sırasında yayılırlarsa gözlemlenemeyebilirler. Ancak, genellikle hücre görüntüsü, sertleşen filmde sabitlenir ve bir kusur olarak gözlemlenir. **(Şekil.1: Bir sanayi boyasında oluşan tipik bir Benard hücresi deseni)**

Bénard hücreleri çıplak gözle görünecek kadar büyük ya da ancak 50 defa büyütme ile gözlemlenebilecek kadar küçük olabilirler. Küçük hücreler, çıplak gözle bakıldığında, boyanmış yüzeye mat veya donuk görüntü verebilirler. Bunlara yeterince büyüten bir mercek bakıldığında, beş köşelilerden yedi köşelilere kadar uzanan ancak çoğunluğunu altıgenlerin oluşturduğu bir ağ görüntüsü gözlemlenir. Pigmentli sistemlerde, hücre içindeki hızlı hareketlilik, pigment ayrışmasına bağlı renk değişmelerine yol açabilir. Bu olguya yüzme denir, çünkü pigmentlerden biri kaplamanın yüzeyine doğru yükselir. Renk farklılığı olan yüzey görünümü daha yakından izlendiğinde Bénard hücreleri deseninin var olduğu görülebilir. Metalik boyalarda, herhangi bir Bénard hücreleri deseni kabul edilemez bir yüzey görüntüsüne yol açtığı için kolayca algılanabilir.



Bir kaç milimetre kalınlığında ya da daha kalın filmlerde Bénard hücreleri yer çekiminin yol açtığı konveksiyon ile oluşur. Kaplamalar için tipik olan 10-100m kalınlığı arasındaki filmlerde ise, Bénard hücreleri, kaplama içindeki sıcaklık ve derişim farklarından doğan yüzey gerilimi gradyanları nedeniyle oluşurlar. Bu iki grubun arasındaki kalınlıklara sahip filmlerde, hem yerçekimi hem de yüzey gerilimi gradyanları Bénard hücrelerini oluşturan sürücü kuvvetler olarak etki ederler. **(Şekil.2: Yüzey gerilim kaynaklı hareketlerin oluşturduğu hücresel konveksiyon desenli Bénard hücrelerinin şematik bir çizimi)**

Deneysel çalışmalar, Bénard hücreleri oluşumunun, uygulanan film kalınlığını azaltarak, boyanın viskozitesini artırarak ve film yüzeyi boyunca oluşabilecek yüzey gerilimi gradyanlarını en aza indirerek baskılabileceğini göstermiştir. Çok sayıda ince kat uygulamasının Bénard hücreleri oluşturmaması, tek bir kalın kat uygulamasına göre daha az olasıdır. Boyanın viskozitesinin, yüksek molekül ağırlıklı bir reçine kullanılarak ya da bir kalınlaştırıcı katkı kullanılarak artırılması Bénard hücresi hareketliliğini azaltacak hatta durdurabilecektir. Kaplamanın yüzeyine göç eden ve gerek çözgen buharlaşmasından gerekse homojen olmayan ısıtmalardan doğan yüzey gerilimi farklılıklarını baskılayabilen silikon yağı, düşük enerjili polimer ya da düşük enerjili oligomer gibi katkıların girilmesi de etkin biçimde sorunu giderebilir.



Boya kimyacıları, tek bir önlemlle Bénard hücrelerini gidermeye çalıştıklarında genellikle hayal kırıklığına uğrarlar. Örneğin bir kalınlaştırıcı katkı genellikle Bénard hücrelerini önlemesine karşın, boyanın yayılmasını kötüleştirerek rulo izlerinin sabit



kalmasına yol açabilir. Silikon yağı genellikle Bénard hücrelerini yok edebilir; ancak, bunun için gerekli eklenme miktarı bir arakat yapışması problemi doğurabilir. Bénard hücrelerini, başka yan etkilere yol açmadan tek bir malzeme ile gidermeye çalışmak çok çaba gerektirir.

Öte yandan, iki malzemeyi birlikte kullanmak, genellikle çok etkin olabilir. Her bir madde, tek başına Bénard hücrelerini yok etmeye yetmeyecek, ancak başka yan etkilere de yol açmayacak düzeyde boyaya katılırlar. Bir tiksotrop ya da kalınlaştırıcı ile birlikte bir yüzey gerilim düşürücü katkı ya da polimerin kullanılması Bénard hücresi oluşumunu baskılamada etkin kombinasyon örnekleridir. **(Şekil.3: Sıvının merkezde yukarı doğru akıp hücre kenarlarına ilerledikten sonra hücre sınırlarından tekrar aşağıya doğru akışını gösteren bir Bénard hücresinin şematik kesiti)**