

POLİAKRİLONİTRİL ELYAFIN KATYONİK BOYARMADDELERLE

KOMBİNE BOYANMASINDA (Z) DEĞERİNİN TAYİNİ

Yöneten : Doç.Dr. İnci BAŞER

Hazırlayan : Kim.Müh. Aydın COŞKUNDENİZ

Yüksek Mühendislik Diploma Çalışması

T E Ő E K K Ü R

Tezimin hazırlanmasında teorik ve laboratuvar çalışmalarım süresince değerli yardımlarını gördüğüm hocam Doç.Dr. İnci Başer'e, ayrıca yardımlarını gördüğüm hocam Doç.Dr. Yıldız Özcan, Kim.Yük.Müh. Doğan Çuha ve tüm bölüm görevlilerine teşekkürlerimi sunarım.

İ Ç İ N D E K İ L E R

.....	
.....	
.....	
Giriş	
Poliakrilonitril Elyaf	1
Anyonik Modifiye Poliakrilonitril Elyaf	2
Katyonik Boyarmaddeler	4
Katyonik Boyarmaddelerle Poliakrilonitril (PAN) ...	
Elyafın Boyanmasında Boyama Mekanizması	5
Kombine Boyama	9
Çekim Eğrileri	10
Banyo Tüketim Eğrileri	12
Yarı Boyama Zamanı	14
(tg α) Değeri	15
Denel Bölüm	34
Kaynakça	

G I R İ Ő .

Günümüzde tüketici isteklerine uygun üretim yapmak ön planda gelmektedir. Bu bakımdan piyasaya beğenilen ve değişik renkli elyafın verilmesi gerekmektedir. Değişik renk tonlarında tekstil mamulü elde edebilmek için bazen birkaç boyarmaddenin birlikte kullanılması zorunludur. Birkaç boyarmaddenin birlikte kullanılmasıyla yapılan boyamaya kombine boyama adı verilir. Kombine boyamada boyarmaddelerin tek bir boyarmadde gibi davranarak elyaf üzerine aynı hızda çekilmesi gerekmektedir.

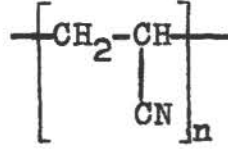
Bu çalışmada poliakrilonitril elyafın katyonik boyarmaddelerle kombine boyanmasında seçilen iki boyarmaddenin Z sayıları tayin edilerek kombine olup olamayacakları araştırılmıştır.



T E O R İ K B Ö L Ü M

POLIAKRILONİTRİL ELYAF

Poliakrilonitrilin monomeri akrilonitrildir. Orlon 81, PAN adlarıyla bilinen orlon tipleri yalnızca akrilonitril içeren saf polimerlerdir.



Saf akrilonitril monomerlerinin polimerizasyonu sonucu elde edilen poliakrilonitril elyafın tekstil özellikleri uygun olmakla beraber, yapısında hidrojen köprüsü ve kimyasal bağ oluşturan grup içermemesi nedeniyle boyanması zordur. Elyaf içine boyarmadde moleküllerinin girmesinin mümkün olabileceği ikinci dereceden geçiş sıcaklığının 100°C nin üstünde olması da boyamayı güçleştirir. Bu nedenle saf poliakrilonitril elyaf modifiye edilerek ikinci dereceden geçiş sıcaklığının 85°C civarına düşürülmesi kopolimerlerin ilavesiyle mümkün olmuştur.

İyonik olmayan monomerler ikinci dereceden geçiş sıcaklığını düşürmek, iyonik monomerler boyarmadde çekimini arttırmak için kullanılır. Elyafın özellikleri modifiye edici monomerin tipine ve miktarına bağlıdır. Stiren sülfonik asit ve metakrilik asit gibi anyonik vinil bileşikleri elyafa anyonik karakter kazandırarak katyonik

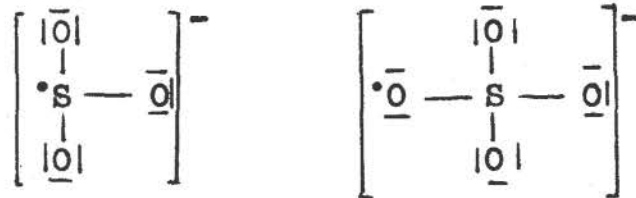
boyarmaddelerle boyanmasını mümkün kılarlar. Vinil piridin, vinil pirazin gibi bazı monomerler katılan akrilik elyaf ise katyonik bir karakter göstererek anyonik boyarmaddelerle boyanabilir.

Modifiye poliakrilonitril elyaf içerdiği monomerin tipine bağlı olarak anyonik modifiye ve katyonik modifiye poliakrilik elyaf olarak ikiye ayrılır.

Anyonik Modifiye Poliakrilik Elyaf:

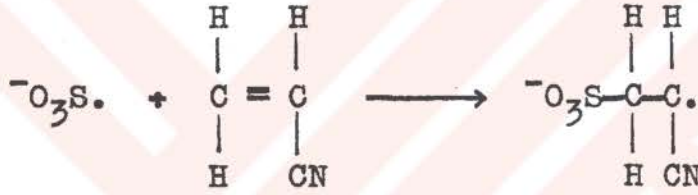
Akrilonitrilin polimerizasyonu, monomerin sulu çözeltisinde aktivatör olarak peroksidisülfat-sülfat veya peroksidisülfat-tiyosülfat çiftleri kullanılmasıyla gerçekleştirilir.

Peroksidisülfat ile sülfat veya tiyosülfat arasındaki reaksiyon sonucu çok kısa ömürlü ve reaksiyon yeteneği çok yüksek olan radikaller meydana gelir. Reaksiyon çözeltisine Cu^{++} veya Fe^{+++} gibi promotör maddelerin katılmasıyla ara radikallerin oluşumu desteklenir.

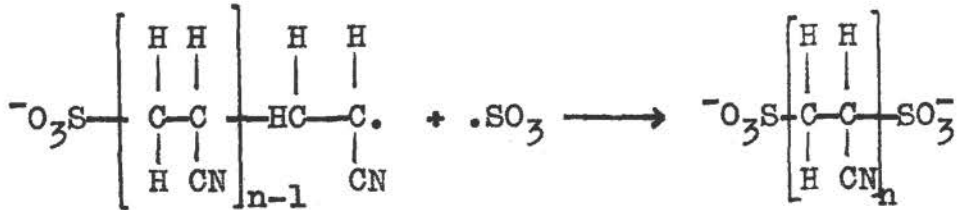


Bu radikaller yalnızca tek bir negatif yüke ve nokta ile gösterilen serbest bir elektrona sahip olduklarından, sülfid ve sülfat iyonlarından farklıdırlar. Serbest elektron kararsızlık ve yüksek reaktiviteden sorumludur.

Sülfid ve sülfat radikalleri akrilonitrilin polimerleşmesinde başlatıcı olarak rol oynarlar.



Oluşan karbon radikaline diğer akrilonitril molekülleri eklenir. Büyüyen radikal zinciri, radikal karakterini sürekli korur. Polimerizasyon derecesi reaksiyon karışımına katılan aktivatör miktarına bağlı olduğundan molekül ağırlığı 40,000'in üzerine çıktığında aktivatör ilavesi kesilerek polimerleşmeye son verilir.



Elde edilen dev molekülün uçlarında sülfid veya sülfat grupları bulunduğundan poliakrilonitril elyaf anyonik karakterdedir. Bu şekliyle katyonik boyarmaddelerle boyanabilir. İkinci dereceden geçiş sıcaklığı 81°C dir. Elyafın katyonik boyarmaddeleri daha fazla çekmesi için polimerleşme sırasında stiren sülfonik asit, vinil sülfonik asit, aliloksisodyum benzen sülfonat gibi sülfon grubu içeren polimerleşebilen monomerler ilave edilir.

KATYONİK BOYARMADELER

Katyonik boyarmaddeler organik bazların genellikle hidroklorürü şeklinde bulunan tuzlarıdır. Boyarmadde bazı kromofor grup içermediği için renksizdir. Asit ilavesi ile tuz oluştuğunda renk ortaya çıkar. Katyonik boyarmaddelerde renkli kısım katyon halinde olup $[BM \cdot NH_2]^+ Cl^-$ genel formülüyle gösterilir.

Sulu çözeltilerde bulunan boyarmadde katyonu, elyafın anyonik gruplarıyla elyaf-boyarmadde tuzunu oluşturur. Bu nedenle protein ve anyonik modifiye poliakrilonitril elyafa karşı büyük ilgi (affinity) göstermelerine karşılık, selülozik elyafa karşı ilgisiz davranırlar. Bazik boyarmaddeler olarak da anılan katyonik boyarmaddelerin en önemli özellikleri parlaklıkları ve renk şiddetleridir.

Trifenilmetan, tiazin, oksazin, azin, ksanten ve azo boyarmaddeleri katyonik boyarmaddeler sınıfına giren önemli gruplar olarak sayılabilir.

KATYONİK BOYARMADDELERLE POLİAKRİLONİTRİL (PAN)
ELYAFIN BOYANMASINDA BOYAMA MEKANİZMASI

Poliakrilonitril elyafın katyonik boyarmaddelerle boyanmasında bugünkü genel kanı, boyarmaddenin önce elyaf yüzeyinde adsorbe edilmesi ve daha sonra elyaf içine difüze olması şeklindedir.

Beckmann ve Glenz^{1,2} katyonik boyarmaddelerin poliakrilonitril elyaf içinde iki farklı şekilde bulunabileceği görüşündedirler. Bu görüşe göre, boyarmadde elyaf içinde aynen bir organik çözücüde çözülmüş gibidir yada kimyasal olarak elyafın anyonik gruplarına bağlanmıştır. Yalnızca çözülmüş boyarmaddenin elyaf içine difüzyon yeteneği vardır.

³
Vogel'e göre de difüzyon yeteneğine, elyaf içinde çözülmüş fakat kimyasal olarak bağlanmamış boyarmadde sahiptir.

⁴
Rosenbaum, aynı koşullar altında üretilmiş ve yalnızca anyonik grupların konsantrasyonunda (S) farklılık gösteren poliakrilonitril elyaf türlerini boyamış ve sonuç olarak difüzyon katsayısının (D) artan (S) ile arttığını saptamıştır.

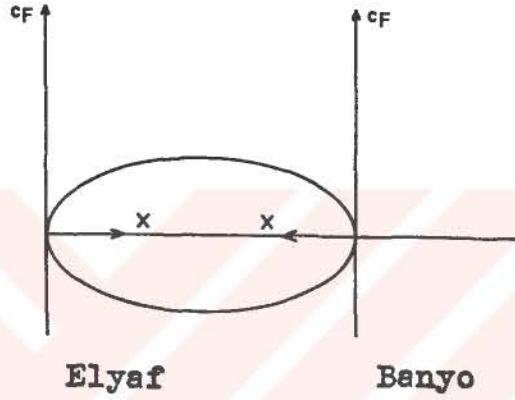
Rosenbaum bu sonuçla yeni bir difüzyon mekanizması ortaya koymuştur. Bu mekanizmaya göre polimer zincirlerinin elyaf içindeki termik hareketleri difüzyonda rol oynamaktadır. Anyonik grupların konsantrasyonuna bağlı olarak difüzyon katsayısındaki gözle görülür artış şu şekilde açıklanmaktadır:

Boyarmadde katyonları serbest kalmaksızın bir anyonik gruptan bir sonrakine aktarılmaktadır. O halde bir boyarmadde katyonu elyaf içine olan yolunda daima bir anyonik gruba ters etki halindedir. Elyaf içindeki anyonik grupların konsantrasyonu arttırılırsa, böylece aralıkları da azaltılmış olur. Bu durumda zaman biriminde bir boyarmadde katyonunun bir anyonik gruptan diğerine taşınma olasılığı artarak difüzyon hızının da artması sağlanır. Boyarmadde katyonunun taşınması yalnızca anyonik gruplar üzerinden yapılırsa, difüzyon için boyarmaddenin böyle bir anyonik gruba bağlanması şarttır. Bu ise boyarmadde katyonunun elyaf yüzeyindeki anyonik gruplarla iyon çiftleri oluşturmasıyla gerçekleşmektedir.

Poliakrilonitril elyafın katyonik boyarmaddelerle boyanma mekanizması iki basamağa ayrılmaktadır.

1. Boyarmaddenin elyaf yüzeyinde adsorpsiyonu,
2. Elyaf içlerine olan difüzyon.

Boyama mekanizması aşağıdaki şema ile gösterilir.



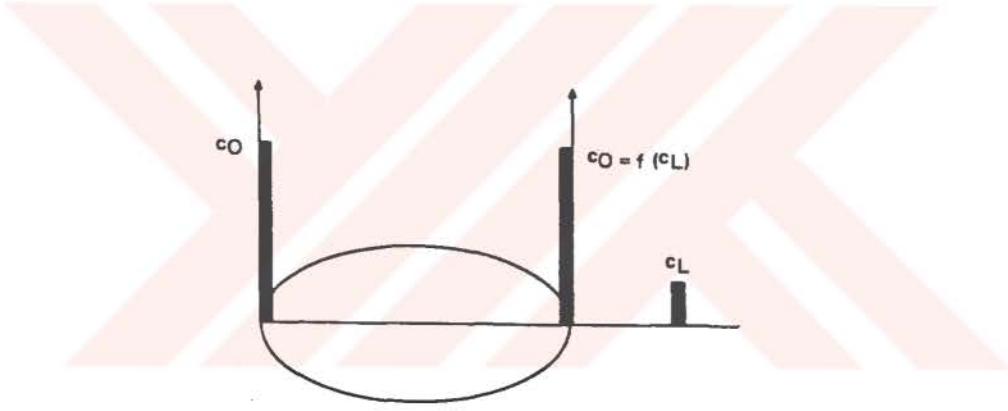
Şemada dairesel elyaf kesiti perspektif olarak gösterilmiştir. Gösterilen çap difüzyon mesafesi (X) e eşdeğerdir. Her iki dik teğet, elyaf ile boya banyosu arasındaki sınır alanını gösterdiği gibi elyaf içindeki boyarmadde konsantrasyonu (CF) nin taşıdığı ordinat görevini de görür.

a) Boyarmadde Adsorpsiyonu: Boyarmadde molekülleri elyaf yüzeyine yaklaşıp orada adsorplanınca boyama işlemi başlar. Bu yüzey konsantrasyonu (CO) yı verir. Adsorpsiyon olayı hızlı meydana gelir.

Yüzey konsantrasyonu (C_0), banyo konsantrasyonu (C_L) ye ve boyarmaddenin elyafa olan ilgisine bağlıdır. (C_L) ve (C_0) aşağıda şematik olarak gösterilmiştir. (C_0) nın (C_L) nin bir fonksiyonu olduğu,

$$C_0 = f(C_L)$$

denklemlerle gösterilmiştir.



b) Boyarmadde Difüzyonu: Birim zamanda ve alanda elyaf içine difüze olan boyarmadde miktarı Fick difüzyon kanunu ile açıklanır.

$$\frac{dn}{dt} = -F \cdot D \cdot \frac{dc}{dx}$$

Bu kanuna göre difüzyon katsayısı (D) ve konsantrasyon farkı (dc/dx) ne kadar büyükse, (t) zamanda belirli bir (F) yüzeyinden difüzlenen boyarmadde molekül sayısı da o kadar büyük olur.

KOMBİNE BOYAMA

Birkaç boyarmaddenin karıştırılmasıyla yapılan boyama ya kombine boyama adı verilmektedir. Böyle bir kombine boyama sırasında elyaf üzerine aynı hızda çekilen boyarmaddeler kombine boyarmaddeler olarak tanımlanır. İdeal kombine boyarmaddeler ise, birlikte kullanımlarda tek bir boyarmadde gibi hareket edenlerdir. Bu durumda, bir boyarmadde kombinasyonunun her bir bileşeninin banyo ve elyaftaki konsantrasyon oranı boyama süresince sabit olmaktadır. Bu kombinasyonlar çekim sürecinde renk tonu kaymaları meydana getirmezler. Böylece çekim sürecinin her dakikasında elde edilen renk tonu aynı olur.

Teknikte, tek renk boyamalardan çok kombine boyama yapıldığından, katyonik boyarmaddelerde kombine olabilmek aranan bir özelliktir. Kombine olamayan boyarmaddelerin kullanılmalarında çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Kombinasyonda bir boyarmadde diğerlerinden daha sonra çekilirse boyama sırasında renk tonu değişecektir. Örneğin mavi ve sarı renkteki iki boyarmadde karışımıyla kombine boyama yapıldığında, eğer bu iki boyarmadde kombine olabiliyorsa oluşan yeşil rengin tonunda boyama süresince bir değişiklik olmayacaktır. Bunların kombineolamaması durumunda boyarmaddeler elyafa farklı hızlarla çekilecektir. Mavi boyarmaddenin hızlı çekilmesi halinde elyaf önce maviye boyanacak daha sonra sarı boyarmadde çekilecektir. Böylece renk tonunda zamanla

değişimler ortaya çıkacak, her istendiğinde aynı renk tonunun elde edilmesi mümkün olmayacaktır. Renk tonunun zamana bağlı olarak değişimi ton tutturmada da zorluklar çıkartmaktadır. Uygun olmayan karışımların kullanılması diğer bir sakıncasıda, bu karışımların dalgalı boyama oluşturmaya yatkın olmalarıdır.

Bu olumsuz etkileri gidermek ve kombine olabilen boyarmaddeleri seçebilmek için çeşitli yöntemler araştırılmıştır.

Birbirleriyle kombine olabilen boyarmaddeler elyafa aynı hızda çekileceklerine göre, bunların seçiminde de gözönüne alınması gereken kriter, boyarmaddenin elyafa çekim hızı olmalıdır.

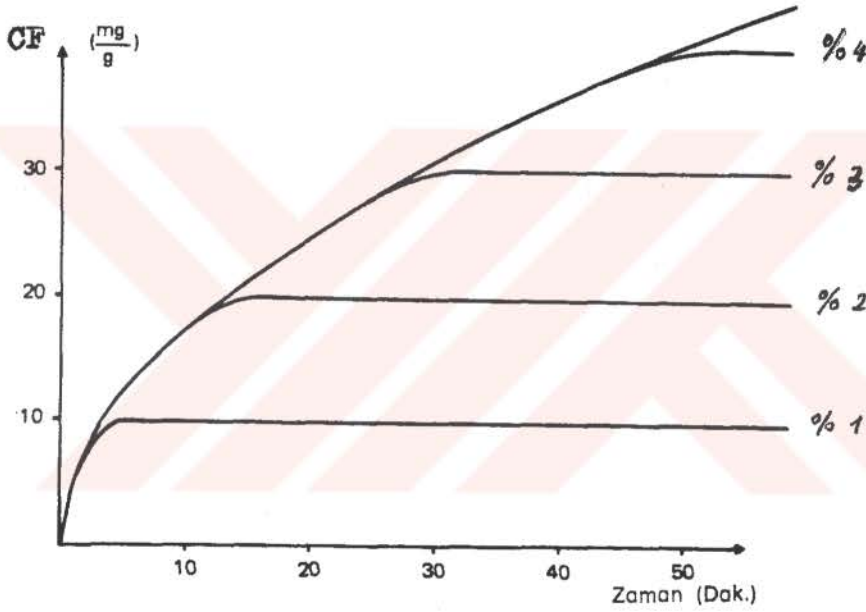
Bu çekim hızı, çekim eğrileri, banyo tüketim eğrileri yarı boyama zamanı ve $(tg \alpha)$ gibi göstergelerle incelenebilir.

Bunların kriter olarak uygun olup olmadığını sırasıyla inceleyelim.

1- Çekim Eğrileri

Çekim eğrileri elyaf üzerine çekilen boyarmadde miktarının zaman ile olan ilişkisini gösterirler. 1 gram elyafa

çekilen (mg) boyarmadde miktarı (CF) ile zaman arasındaki ilişki Şekil 1 de görülmektedir. Bu eğrilerin çizilmesi boyarmaddenin boyama tutumunu belirleyen bir yöntemdir.



Şekil 1

Eğrilerin gidişinden boyama için önemli bilgiler edinilebilir. Örneğin denge durumunda apsise paralel olan eğrinin yüksekliği, o boyarmadde ile erişilebilen maksimum boyama veriminin bir ölçüsüdür. Eğrinin birinci çekim sürecindeki dikliği de çekim hızını göstermesi bakımından önemlidir.

Çekim eğrisinin gidişini gösteren dik bir hiperbolün eşitliği Vickerstaff tarafından şöyle verilmiştir.

$$\frac{1}{cF_{t=\infty} - cF_t} - \frac{1}{cF_{t=\infty}} = a.t \quad (1)$$

$(cF_{t=\infty})$: $t=\infty$ iken elyafa çekilen boyarmadde miktarı

(cF_t) : $t=t$ anında elyafa çekilen BM miktarı

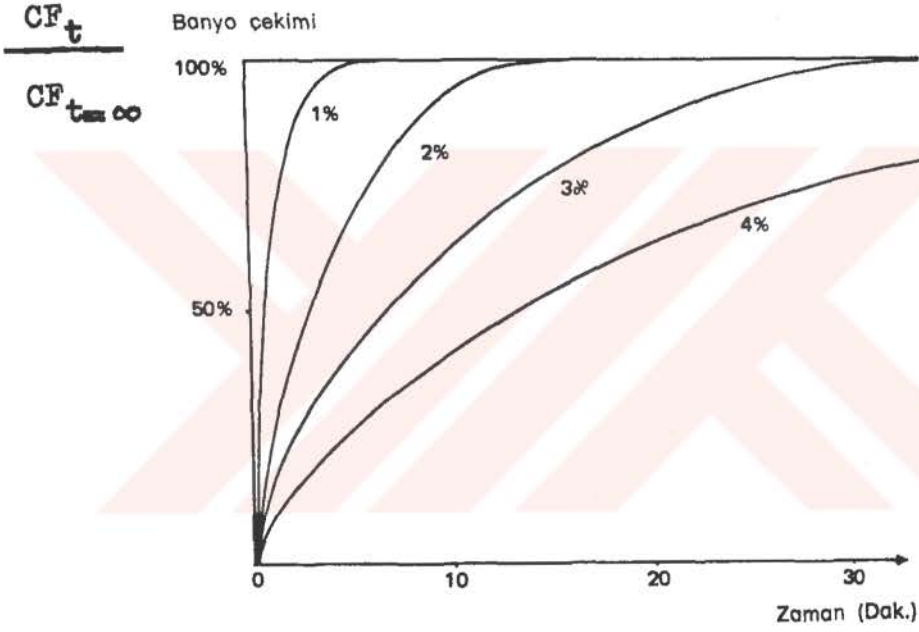
(a) : Boyama hız sabiti

Katyonik boyarmaddelerle yapılan kombine boyamalarda, aynı çekim eğrilerini gösteren boyarmaddelerin kombinasyonunda da aynı hızda çekilmediği daha önce yapılan araştırmalarda saptanmıştır⁶. O halde bir katyonik boyarmaddenin çekim eğrisi diğer boyarmaddelerle kombinasyon için bir kriter değildir. Bu nedenle katyonik boyarmaddelerde uygun kombinasyon eşinin seçiminde çekim eğrileri kullanılamaz.

2- Banyo Tüketim Eğrileri

Bir boyarmaddenin boyama olayındaki davranışını göstermek için diğer bir olanak da ordinata elyaf üzerine çekilen boyarmadde miktarı (cF_t) yerine banyoda tüketilen boyarmadde oranı, yani $(cF_t)/(cF_{t=\infty})$ oranının alınmasıdır. Bu şekilde çizilen eğrilere sorption eğrileri adı da verilmektedir. Bu eğriler elyaf

içindeki boya konsantrasyonunun doygunluk konsantrasyonuna oranını zamana bağlı olarak gösterirler. Banyo çekiminin zamana bağlı değişimi Şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 2

Katyonik boyarmaddelerin karakterize edilmesinde kullanılan banyo tüketim eğrilerinin yürüyüşü boyarmadde miktarına bağlıdır. Az boyarmadde kullanıldığında eğri dik; yani boyarmadde çekimi anidir, fazla boyarmadde kullanıldığında eğri yatık; yani boyarmadde çekimi zamana bağlı olarak giderek artmaktadır ve çekim yavaştır.

Bu yüzden konsantrasyon değişiklikleri sözkonusu olduğundan kombine boyamada banyo tüketim eğrileri boyarmadde için bir kriter sayılamaz.

3- Yarı Boyama Zamanı

Yarı boyama zamanı, elyaf içinde ulaşılması istenen boyarmadde konsantrasyonunun yarısına ulaşılması için geçen zamandır. Diğer bir deyişle, yarı boyama zamanı (t_H) denge durumuna tekabül eden boyarmadde miktarının yarısının elyaf üzerine çekilmesi için gereken zamandır.

$$\frac{c^F_{t_H}}{c^F_{t=\infty}} = \frac{1}{2} \quad (2)$$

$(c^F_{t_H})$: (t_H) zamanı boyunca elyafa çekilen BM miktarı

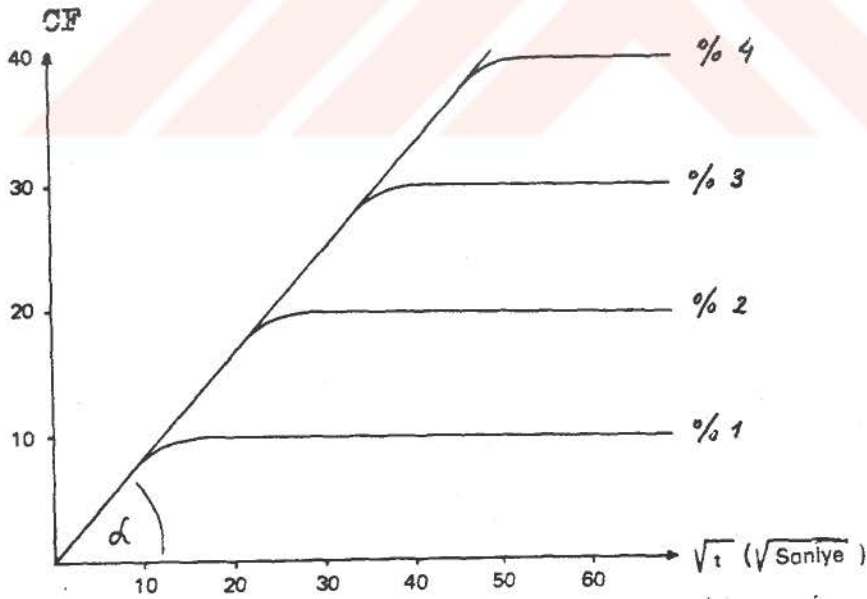
$(c^F_{t=\infty})$: ($t=\infty$) iken elyafa çekilen BM miktarı

Banyoda kullanılan boyarmadde miktarının arttırılması ile yarı boyama zamanı yükselir.

Yarı boyama zamanının, kullanılan boyarmadde (BM) miktarına bağlı olması nedeniyle boyama tutumunun karakterize edilmesinde kullanılamaz. Bunun sonucu olarak (t_H) yarı boyama zamanının saptanması ile kombine boyanabilecek boyarmaddelerin seçimi yapılamaz.

4- $\text{tg}\alpha$ değeri

Katyonik boyarmaddelerle yapılan tek renkli boyamalarda boyarmaddenin davranışı ($\text{tg}\alpha$) değeri ile belirtilir. Elyaf içindeki boyarmaddenin (CF) ile gösterilen konsantrasyonu zamanın karekökünün bir fonksiyonu olarak çizildiğinde bir doğru elde edilir. Bu doğrunun apsis ile yaptığı alfa açısının tanjantı tek renkli bir boyamada boyarmaddenin elyafa çekilme hızının bir göstergesidir. ($\text{tg}\alpha$) Şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 3

$$\text{tg} \alpha = \frac{\text{CF}}{\sqrt{t}} \quad (3)$$

Grafiğin boyutları gözönüne alınacak olursa ($\text{tg} \alpha$);

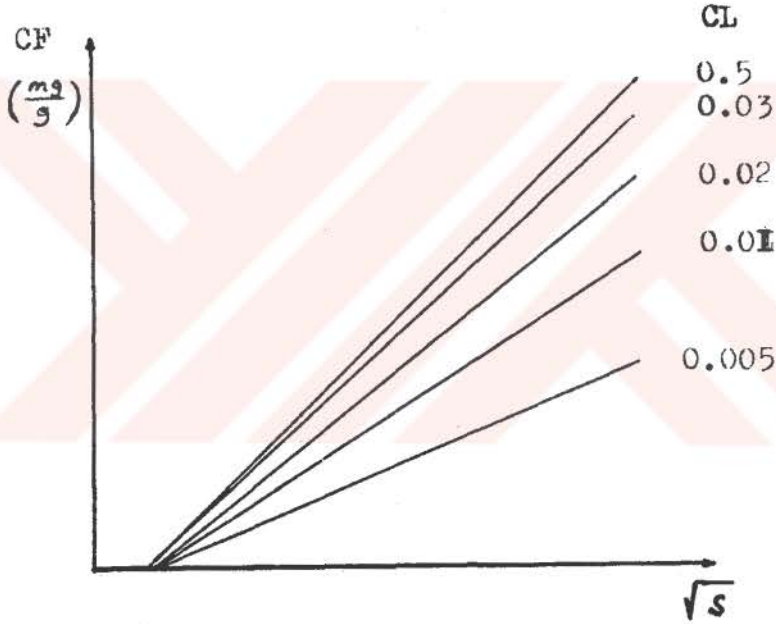
$$\frac{\text{mg (BM)}}{\text{g(elyaf)} \sqrt{s}}$$

boyutu ile verilmiştir.

($\text{tg} \alpha$) değeri, akrilik elyafın katyonik boyarmaddeler ile tek renkli boyamalarında çekim hızının bir göstergesi olmaktadır. Bu değer, çekim olayını daha açık ve farklı boyarmaddeler arasında iyi bir kıyaslama olanağı verecek şekilde karakterize etmek için kullanılır. Ancak, kombine boyamada tek başına bir kriter olmadığı gözlenmiştir.

($\text{tg} \alpha$) ile boya banyosundaki (CL) ile gösterilen boyarmadde konsantrasyonu arasındaki ilişki şu şekildedir: (CL) banyo konsantrasyonunun arttırılması ile ($\text{tg} \alpha$) artmaktadır ve bir sınır değere ulaşmaktadır. Boyarmaddenin elyafa çekim hızını belirleyen ($\text{tg} \alpha$), bu sınır değerindeki ($\text{tg} \alpha$) dır. Bu durum yalnızca belli bir (CL) konsantrasyonu aşıldığında geçerlidir. Sınır konsantrasyonunun altında ($\text{tg} \alpha$) gitgide azalan (CL) değeriyle azalmaktadır.

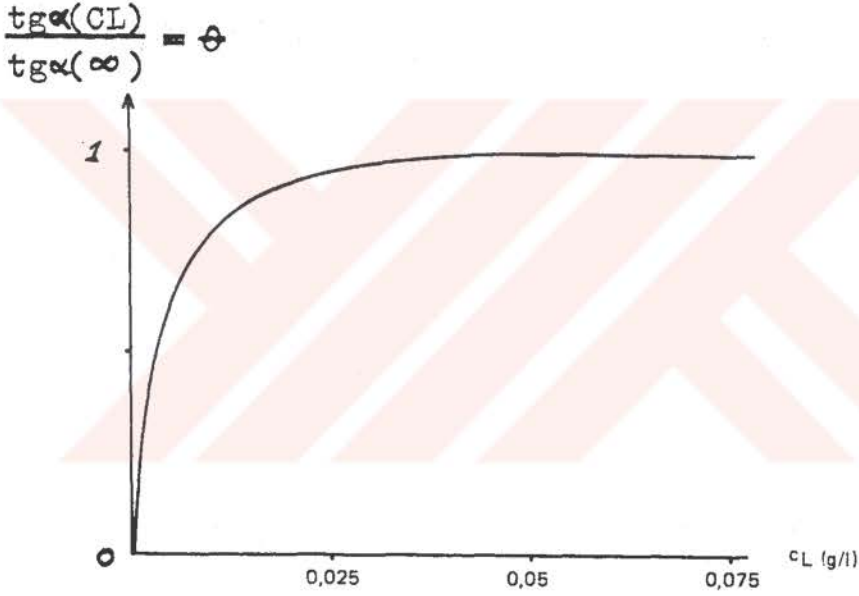
Belli bir banyo konsantrasyonu (CL)'ye ait ($tg \alpha$) hesaplanacaksa, (CL) kinetik ölçüm sırasında değişmemelidir. Bu durum pratikte sonsuz flotte oranı ile sağlanır.



Şekil 4

Şekil 4 de belli (CL) boyarmadde konsantrasyonlarında poliakrilonitril elyaf üzerine belirli zamanlarda çekilmiş (mg/g) cinsinden boyarmadde miktarının \sqrt{t} ye karşı çizilen doğruları görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi $tg \alpha$ artan (CL) ile artmakta ve sonunda bir sınır değere ulaşmaktadır. Bunun üstündeki konsantrasyonlar $tg \alpha$, (CL) ye bağlı değildir.

$(tg\alpha)$ 'nın konsantrasyona bağımlılığını daha belirgin olarak gösterebilmek için çizilen eğri Şekil 5 de verilmiştir.



Şekil 5

(CL) konsantrasyonundaki $(tg\alpha)$ 'nın $(CL=\infty)$ konsantrasyonunda erişilen sınır değeri $(tg\alpha)$ 'ya oranı

ordinata, $(tg\alpha)$ 'ya ait konsantrasyonda apsise yerleştirilirse, Şekil 5 deki eğri elde edilmektedir.

Sıfır noktasına ekstrapole edilen bu eğri Langmuir izotermine benzemektedir. Eğri sıfıra yakın konsantrasyonlarda dik ve lineer gitmekte, sonunda sınır değeri 1'e ulaşmaktadır. Eğer (CL) sınır konsantrasyonu aşılmışsa, ve $tg\alpha(CL)/tg\alpha(\infty)$ oranı 1'e ulaşmışsa artık, çekim hızı banyo konsantrasyonuna bağlı değildir.

Elyaf içine çekilen boyarmaddenin molar konsantrasyonu (c_F) aşağıdaki eşitliğe bağlıdır.

$$c_F = 2.F.S. \sqrt{\frac{D.t}{\pi}} \quad (4)$$

- (S) : Elyaf yüzeyindeki anyonik grupların konsantrasyonu
- (F) : Elyaf yüzeyi
- (D) : Difüzyon katsayısı
- (t) : Zaman

Teknikte boyarmaddeler saf olarak kullanılmayıp, bunlara katkı maddeleri eklenir. Bu nedenle, boyarmaddenin mol ağırlığı (M) yerine, (M_g) ile gösterilen zahiri moleküler ağırlığın kullanılması gerekmiştir. Zahiri moleküler ağırlık (M_g) , 1 mol saf boyarmadde içeren ticari boyarmaddenin gram miktarıdır.

Ayırım yapmak için molar boyutlarla verilen değerler küçük harflerle gösterilmiştir. Örneğin (CF) boyutu birim gram elyaf için miligram olarak ticari boyarmaddeyi gösterirken, (cF) boyutu aynı birim gram elyafdaki saf boyarmadde molar konsantrasyonunu gösterir. (C) ile molar konsantrasyon (c) arasındaki ilişki,

$$\frac{CF}{M_s} = cF \quad (5)$$

şeklindedir. Elyaf içine çekilen boyarmadde miktarı ise 5 nolu eşitlik gözönüne alınır,

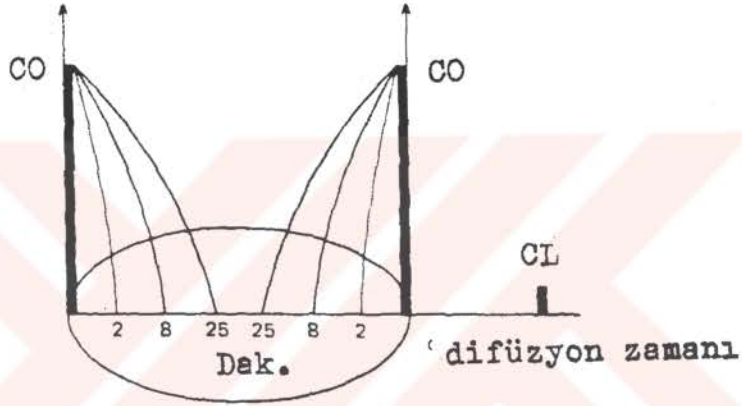
$$CF = 2.F.S.M_s \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t}{\pi}} \quad (6)$$

olur. Bu durumda ($tg \alpha$),

$$tg \alpha = \frac{CF}{\sqrt{t}} = \frac{cF}{\sqrt{t}} \cdot M_s = 2.F.S.M_s \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}} \quad (7)$$

olarak bulunur.

Şekil 6 da boyarmadde difüzyonunun zamana bağlı olarak elyaf içine nasıl ilerlediği görülmektedir.



Şekil 6

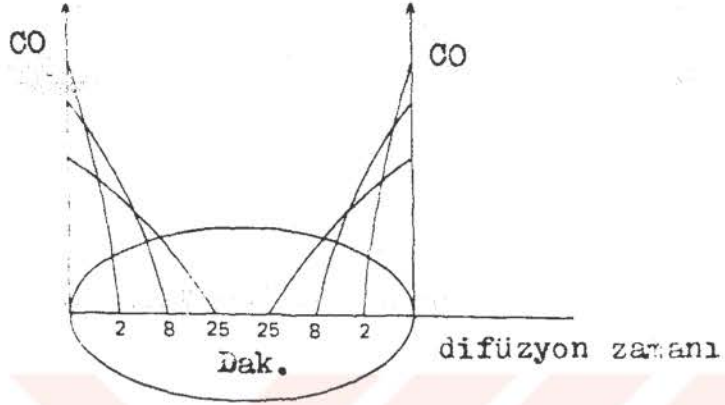
Şekil 6, 4 nolu denklemin geçerli olduğu sınır hal (son hal) için difüzyonu göstermektedir. Buna göre elyaf yüzeyinden elyaf içlerine difüzlener boyarmadde elyafın içi boyanıncaya kadar adsorpsiyonla boya banyosu tarafından tamamlanır. Yani yüzeyde adsorplanan boyarmadde elyaf içine girdikçe elyaf yüzeyi banyodan yeni boyarmadde çeker. Bu çekim elyaf

içinin boyanması bitinceye dek sürer. Bu sınır hal, pratikte sonsuz flotte oranında boyama yapıldığında veya banyoda elyafı doyurmaya yetecek kadar çok boyarmadde olduğu zaman geçerlidir.

4 numaralı eşitlik bu nedenle genel bir kural değildir. Eşitliğin ortaya konmasında, elyaf yüzeyinde bulunan anyonik grupların boyarmadde katyonlarıyla tam olarak doyurulması ve difüzyonun boyarmadde miktarının sabit kaldığı bir tabakadan gerçekleşmiş olması şart koşulmuştur. Eşitlik düşük banyo konsantrasyonlarında yapılan boyamalar için çekim doğrusunun gidişini tam olarak göstermez.

Düşük banyo konsantrasyonlarında görülen sapmalar; maksimum yüzey konsantrasyonu (CO_{∞})'a henüz erişilmemiş olmasına ve difüzyon hızının elyaf yüzeyinde adsorbe edilmiş boyarmadde miktarı (CO) ile tayin edilmesine bağlanır.

Şekil 7 (CO) yüzey konsantrasyonunun azaldığı böyle bir difüzyon işlemini göstermektedir.



Şekil 7

Az miktarda boyarmadde kullanılması halinde elyafa çekilen boyarmadde molar konsantrasyonu,

$$c_F = 2 \cdot F \cdot c_0 \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t}{\pi}} \quad (8)$$

ile verilmiştir.

$$CF = 2 \cdot F \cdot c_0 \cdot M_s \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t}{\pi}} \quad (9)$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{CF}{\sqrt{t}} = 2 \cdot F \cdot c_0 \cdot M_s \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}} \quad (10)$$

Bu eşitlikte banyo konsantrasyonu (c_L) ile değişen ve ($c_L = \infty$) için ($c_0 = S$) değerine varan elyaf yüzeyindeki boyarmadde konsantrasyonu (c_0) yer almaktadır.

($c_0 = S$) durumunda elyaf yüzeyindeki anyonik gruplar katyonik boyarmadde ile tamamen doyurulduktan sonra difüzyon yani elyaf içine boyarmadde çekimi gerçekleşmektedir. Bu şekilde doyurulma sonucu elyaf üzerindeki yüzey konsantrasyonu ($c_{0\infty}$)'a erişilir. Sınır değeri koşullarından (11) numaralı eşitlik çıkarılır.

$$c_F = 2 \cdot F \cdot c_{0\infty} \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t}{\pi}} \quad (11)$$

$$c_L \rightarrow \infty$$

$$C_F = 2 \cdot F \cdot c_{0\infty} \cdot M_S \cdot \sqrt{\frac{D \cdot t}{\pi}} \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C_F}{\sqrt{t}} = 2 \cdot F \cdot c_{0\infty} \cdot M_S \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}} \quad (13)$$

(D) difüzyon katsayısının elyaf yüzeyindeki boyarmadde konsantrasyonuna bağlı olmadığı şart koşulmuştur.

$$\operatorname{tg} \alpha(c_L) = \frac{C_F}{\sqrt{t}} = 2 \cdot F \cdot c_0 \cdot M_S \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha(\infty) = \frac{C_F}{\sqrt{t}} = 2 \cdot F \cdot c_{0\infty} \cdot M_S \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}}$$

$$\frac{\text{tg}\alpha(\text{CL})}{\text{tg}\alpha(\infty)} = \frac{c_0}{c_{0\infty}} = \theta \quad (14)$$

Eşitlikteki (θ) elyaf yüzeyindeki anyonik grupların boyarmadde ile doygunluğu için bir ölçüdür. Şekil 5'de verilen eğri aynı zamanda elyaf yüzeyindeki boyarmadde konsantrasyonu (c_0)'nın (CL) ile olan bağıntısını da verir.

(θ) değerinin anlamı dikkate alındığında, Şekil 5'deki eğrinin gidişi her defasındaki banyo konsantrasyonu (CL) ile dengede olan elyaf yüzeyinin doygunluğu (θ)'yı göstermektedir. Langmuir izoterminde (0) noktasına yüzeyi boyarmadde içermeyen bir elyaf tekabül eder. Yüksek banyo konsantrasyonlarında ortaya çıkan sınır değeri 1'e ise, yüzeyindeki bütün anyonik gruplar boyarmadde ile doymuş olan bir elyaf tekabül etmektedir. (0) ile (1) arasındaki değerler ise yüzeyi eğrinin ordinat değeri uyarınca bir orana kadar doyurulmuş bir elyafı göstermektedir.

Şekil 5'de verilen Langmuir izoterminin gidişinde (θ), ($\text{CL} \rightarrow 0$) için lineer olarak değiştiğinden ve yüksek banyo konsantrasyonlarında ($\text{CL} \gg b$) için (1) değerine ulaştığından şekildeki eğri aşağıdaki denklemle ifade edilebilir.

$$\theta = \frac{CL}{b + CL} \quad (15)$$

(k_1) : Adsorpsiyon orantı katsayısı

(k_2) : Desorpsiyon orantı katsayısı

(cO_∞) : Elyafın bütün anyonik grupları doyduğunda maksimum yüzey konsantrasyonu

(cL) : Banyo konsantrasyonu

(θ) : Elyafın boyarmadde ile kaplanan yüzey kesri ile gösterildiğinde, kaplanan yüzey konsantrasyonu ($\theta \cdot cO_\infty$); serbest yüzey konsantrasyonu ise $(1-\theta) \cdot cO_\infty$ olacaktır.

Denge durumunda adsorpsiyon hızı (V_{Ads}), desorpsiyon hızı (V_{Des}) eşittirler. (dt) zamanında bu eşitlik yazıldığında,

$$V_{Ads} = V_{Des}$$

$$k_1 \cdot cL \cdot (1-\theta) \cdot cO_\infty \cdot dt = k_2 \cdot \theta \cdot cO_\infty \cdot dt$$

$$k_1 \cdot \frac{CL}{M_s} \cdot (1-\theta) = k_2 \cdot \theta$$

$$\frac{k_1 \cdot CL - k_1 \cdot CL \cdot \theta}{M_s} = k_2 \cdot \theta$$

$$k_1 \cdot CL - k_1 \cdot CL \cdot \theta = k_2 \cdot M_s \cdot \theta$$

$$k_2 \cdot M_s \cdot \theta + k_1 \cdot CL \cdot \theta = k_1 \cdot CL$$

$$\theta = \frac{k_1 \cdot CL}{k_2 \cdot M_s + k_1 \cdot CL}$$

$$= \frac{K_{Ads} \cdot CL}{M_s + K_{Ads} \cdot CL}$$

$$= \frac{CL}{\frac{M_s}{K_{Ads}} + CL}$$

$$\frac{CL}{b + CL} = \theta \quad (15)$$

eşitliği elde edilir. Burada (K_{Ads}) Adsorpsiyon denge sabiti olup,

$$K_{Ads} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{cO}{cL \cdot (cO_{\infty} - cO)} = \frac{CO \cdot M_s}{CL(CO_{\infty} - CO)} \quad (16)$$

şeklinde gösterilir. Eşitlikte,

$$b = \frac{M_s}{K_{Ads}} \quad (17)$$

olduğu görülmektedir. (15) ve (17) numaralı eşitlikler gözönüne alınırsa,

$$\theta = \frac{CL}{\frac{M_s}{K_{Ads}} + CL}$$

$$\theta = \frac{CL \cdot K_{Ads}}{M_s + K_{Ads} \cdot CL}$$

$$\theta \cdot (M_s + K_{Ads} \cdot CL) = CL \cdot K_{Ads}$$

$$\theta \cdot M_s + \theta \cdot K_{Ads} \cdot CL = CL \cdot K_{Ads}$$

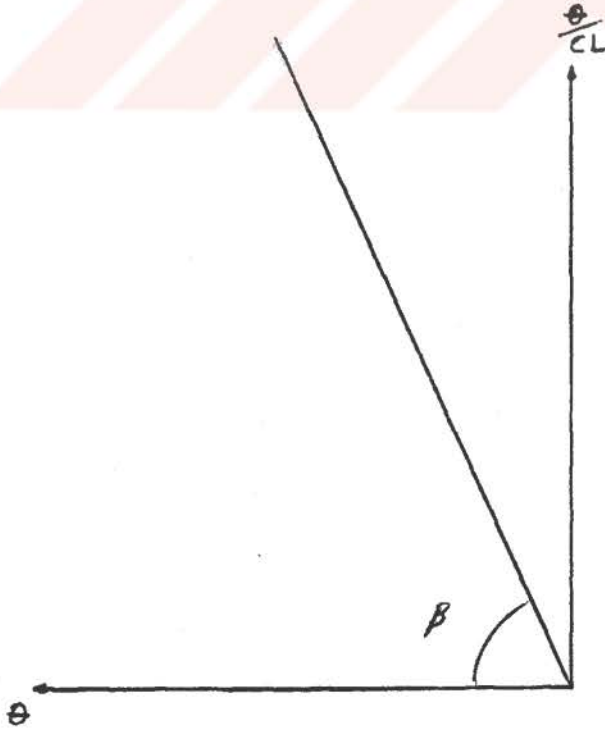
$$\frac{\theta \cdot M_s}{CL \cdot M_s} = \frac{CL \cdot K_{Ads}}{CL \cdot M_s} - \frac{\theta \cdot K_{Ads} \cdot CL}{CL \cdot M_s}$$

$$\frac{\theta}{CL} = \frac{K_{Ads}}{M_S} - \frac{K_{Ads}}{M_S} \cdot \theta$$

$$\frac{\theta}{CL} = \frac{K_{Ads}}{M_S} \cdot (1 - \theta)$$

$$\frac{(\theta / cL)}{(1 - \theta)} = \frac{K_{Ads}}{M_S} = \text{tg } \beta \quad (18)$$

Langmuir izoterminin eğimi ($\text{tg } \beta$) olan Şekil 8'de görülen doğruya dönüştürülebilir.



Şekil 8

Langmuir izotermindeki eğride bulunan noktaların ordinat eksenini değerinin apsis değerine oranı (Θ/CL) ordinata taşındığında bunun $(1-\Theta)$ 'ya karşı çizimi eğimi $(tg\beta = K_{Ads}/M_s)$ olan bir doğru vermektedir.

$(tg\alpha)$ difüzyon katsayısının karekökü ile orantılı olduğu halde $(tg\beta)$, (CO) ve (CL) arasındaki dengeyi tanımlayan (K_{Ads}) sabitinin bir ölçüsüdür. $(tg\beta)$ aynı zamanda boyarmadde ilgisinin bir ölçüsü olmaktadır. $(tg\beta)$ değeri büyük olan boyarmaddenin elyaf yüzeyindeki anyonik gruplara karşı ilgisi $(tg\beta)$ değeri küçük olan boyarmaddelerinkinden daha fazladır.

$(tg\alpha)$ 'nın $(tg\beta)$ ile çarpımından ortaya çıkan karakteristik (Z) sayısı katyonik boyarmaddelerin kombine boyama sırasında çekim tutumu hakkındaki bir ölçü büyüklüğü olarak ortaya çıkar.

$$tg\alpha \cdot tg\beta = Z \quad (19)$$

(Z) sayısının saptanmasıyla kombinasyonda bir boyarmaddenin diğer bir boyarmadde ile olan çekim yeteneği hakkında hüküm verilebilir. (Z) sayıları aynı olan boyarmaddeler birbirleriyle kombine edilebilirler. Farklı (Z) değerine sahip boyarmaddelerde ise küçük (Z) sayısına sahip olan boyarmaddenin daha geç çekildiği bir kombine boyama söz konusudur.

($\text{tg}\alpha$) ve ($\text{tg}\beta$)'nin anlamları dikkate alınırca,

$$\text{tg}\alpha = \frac{CF}{\sqrt{t}} = \frac{cF}{\sqrt{t}} \cdot M_s = 2.F.S.M_s \cdot \sqrt{\frac{D}{\pi}}$$

$$\text{tg}\alpha = st.M_s \cdot \sqrt{D}$$

$$\text{tg}\beta = \frac{K_{Ads}}{M_s}$$

$$Z = st.K_{Ads} \cdot \sqrt{D} \quad (20)$$

(Z) karakteristiği böylece çok saf ve molar miktardaki boyarmaddeleri karakterize eden iki sabite sahip olmaktadır.

Kombine olabilen boyarmaddeler, kök içindeki difüzyon katsayısıyla adsorpsiyon denge sabitinin çarpımına tekbül ederek kendilerini gösterirler. Bu iki büyüklüğün fonksiyonu aşağıdaki örnekle açığa kavuşur.

Birinci örnekte, aynı difüzyon katsayısına sahip fakat elyaf yüzeyindeki anyonik gruplara karşı farklı ilgilerde olan iki boyarmadde aynı miktarda kombine edildiğinde; daha yüksek ilgideki birinci boyarmadde ikinci boyarmaddeyle yüzeydeki anyonik grupları çevrelemedeki rekabetinde çekim sürecinin başlangıcında daha yüksek bir paya sahip olacağından $\theta_1 > \theta_2$ geçerlidir.

Böylece birinci boyarmadde elyafa daha hızlı çekilmiş ve banyodan uzaklaştırılmıştır.

İkinci örnekte, aynı ilgide fakat farklı difüzyon katsayılarına sahip iki boyarmadde kombine edildiğinde; çekim sürecinin başlangıcında,

$$K_{Ads_1} = K_{Ads_2}$$

olduğundan $\theta_1 > \theta_2$ kuralı geçerli olmalıdır. Çünkü, bir boyarmadde katyonunun elyaf içine difüzlmesiyle boşalan anyonik grupların yeniden doyurulma olasılığı her iki boyarmadde için eşittir. Birinci boyarmaddenin diğerinden daha yüksek bir difüzyon katsayısına sahip olması nedeniyle, elyaf yüzeyinde ortalama tutunma süresi ikinci boyarmaddeye göre daha azdır. Bu nedenle ikinci boyarmaddeden daha fazla elyaf içine difüzlendir ve banyo içindeki konsantrasyonu azalır.

$(tg\alpha)$ ve (Z) değerlerinin fizikokimyasal anlamı dikkate alınır, kök içindeki difüzyon katsayısının çekim eğrisinin gidişini etkilediği görülmektedir. Buna karşın kombine olabilen boyarmaddelerde \sqrt{D} ve (K_{Ads}) 'nın çarpımları birbirine eşittir. O halde kombine boyamada difüzyon katsayısının rolünün yerini boyarmadde ilgisi almıştır. Bu nedenle katyonik boyarmaddelerin çekim eğrileri uygun kombinasyon eşinin seçiminde kullanışsız olmaktadır.

BASF firmasının imal ettiği katyonik boyarmaddeler olan Basacryl'lerin (Z) değerlerine bakıldığında bunların iki grup altında toplandığı görülür. (Z) değer 150 ve bunun altında olanlar ki bunlar, (X) işaretiyle diğer gruptan ayrılırlar. İkinci grup Basacryl boyarmaddelerinin (Z) değerleri 150 ile 350 arasındadır.





D E N E L B Ö L Ü M

D E N E Y B Ö L Ü M

Bu çalışmada seçilen iki boyarmaddenin kombine boyamada kullanılıp kullanılmayacağını tespit etmek üzere (Z) değerlerinin hesaplanmasına çalışılmıştır. Seçilen boyarmaddeler Basacryl Gelb X-4GL ve Basacryl Blau X-3GL dir. Bu boyarmaddelerin (Z) değerlerini hesaplamak için önce sabit bir (CL) konsantrasyonlarına ait ($tg\alpha$) değerlerinin tayin edilmesi gerekiyordu. Konsantrasyonunun deneme sırasında değişmemesi için (1/6600) gibi bir flotte oranı kullanılmıştır.

6 adet herbiri 0.05 g miktarında Acrilan 16 elyafı tartılarak boyama cihazındaki tel kafeslere konur. (CL) g/L boyarmadde konsantrasyonunda ayrıca 0.15 g/L %30 luk CH_3COOH içeren 2 litrelik bir flotte hazırlanır. Kuvvetli bir karıştırıcıyla flotte hareketi hızlandırılır. Hazırlanan elyaf örnekleri aynı anda kaynar haldeki flotteye konularak çeşitli zaman aralıklarında alınır. Bu zaman aralıkları:

t (s)	\sqrt{t}
25	5
100	10
225	15
400	20
625	25
900	30

Tablo 1

Flotteden alınan her bir elyafa 10 ml %85 lik formik asit ilave edilir. Boyanan elyaf örnekleri formik asitte 55°C de bir gece bekletilerek, elyaf içindeki boyarmadde ekstrakte edilir. Daha sonra ekstrakt alınarak elyaf birçok kez su ile yıkanır. Bu işlem den sonra beyaz bir elyaf artığı geriye kalmaktadır. Her bir elyafa ait ekstraksiyon fraksiyonları birleştirildikten sonra 100 ml ye su ile tamamlanır. Bu çözeltilerin fotokolorimetrede ekstinksiyon değerleri saptanır. Bu ekstinksiyon değerlerinden elyaf üzerine çekilen boyarmadde miktarı bulunabilir. Elyaf üzerine çekilen boyarmadde miktarları, önceden belirli konsantrasyonlarda hazırlanmış boyarmadde çözeltilerinin okunan ekstinksiyon değerleri ile çizilen kalibrasyon eğrilerinden saptanmıştır. Bu çalışmada ELVI 462 model fotokolorimetre kullanılmıştır.

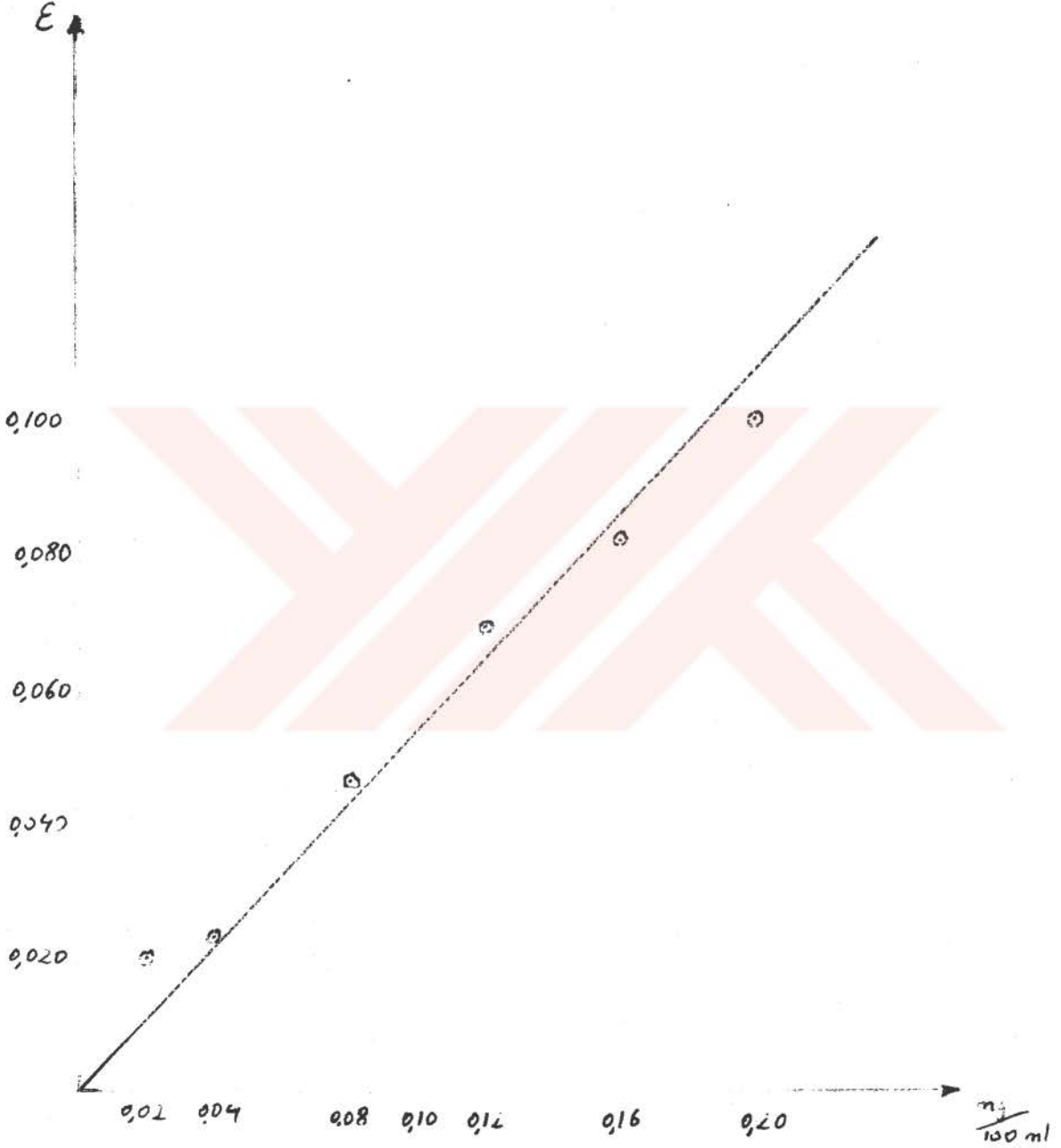
Deneme yapılan Basacryl Gelb X-4GL ve Basacryl Blau X-3GL boyarmaddelerinin kalibrasyon değerleri ve daha sonra değişik konsantrasyonlar için ekstinksiyon değerleri ile bu değerlere tekabül eden elyaf üzerine çekilen boyarmadde miktarları (mg/g) cinsinden tablolar halinde verilmiştir.

Basacryl Gelb X-4GL için Kalibrasyon Değerleri

<u>Konsantrasyon (mg/100 ml)</u>	<u>Ekstinksiyon</u>
0.020	0.020
0.040	0.023
0.080	0.046
0.120	0.069
0.160	0.082
0.20	0.100

λ_{\max} : 400 nm

Tablo 2



Grafik 1. Basacryl Gelb X-4GL için ekstinksiyon ile konsantrasyon arasında çizilen kalibrasyon grafiği.

Basacryl Gelb X-4GL

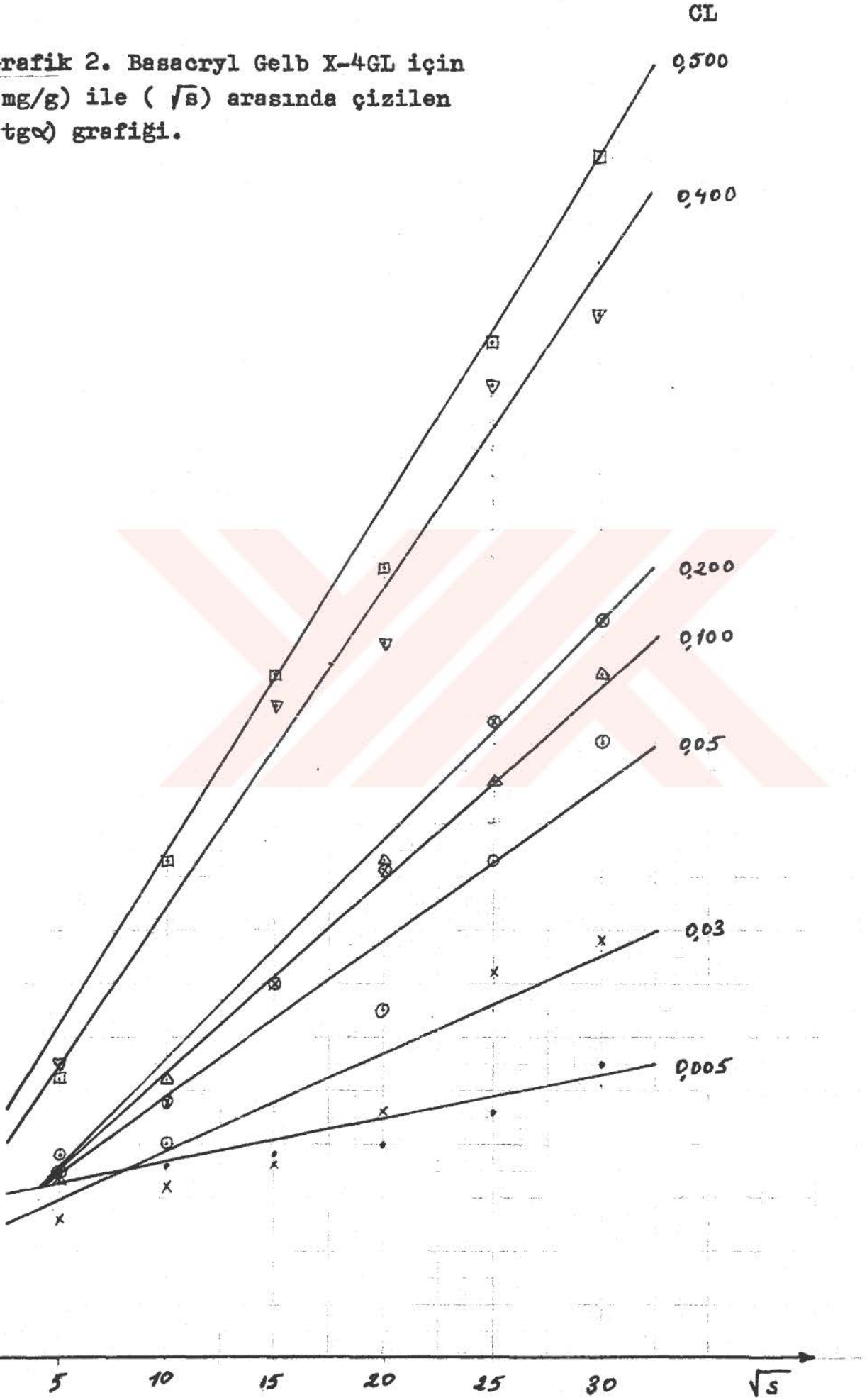
 λ_{\max} : 400 nm

$\sqrt{t(\text{s})}$	CL	0.005	0.030	0.050	0.100	0.200	0.400	0.500
5	ϵ	0.018	0.014	0.021	0.018	0.019	0.030	0.028
	mg/g	0.68	0.52	0.76	0.68	0.70	1.10	1.04
10	ϵ	0.020	0.017	0.022	0.028	0.026	0.050	0.050
	mg/g	0.72	0.64	0.80	1.04	0.96	1.86	1.86
15	ϵ	0.021	0.020	0.025	0.038	0.038	0.066	0.069
	mg/g	0.76	0.72	0.92	1.40	1.40	2.44	2.56
20	ϵ	0.022	0.025	0.035	0.050	0.049	0.072	0.080
	mg/g	0.80	0.92	1.30	1.86	1.82	2.68	2.96
25	ϵ	0.025	0.039	0.050	0.058	0.064	0.098	0.102
	mg/g	0.92	1.44	1.86	2.16	2.38	3.64	3.80
30	ϵ	0.030	0.042	0.062	0.069	0.074	0.105	0.110
	mg/g	1.10	1.56	2.30	2.56	2.76	3.90	4.50

 ϵ : Ekstinksiyon

Tablo 3

Grafik 2. Basacryl Gelb X-4GL için
(mg/g) ile (\sqrt{s}) arasında çizilen
($tg\alpha$) grafiği.

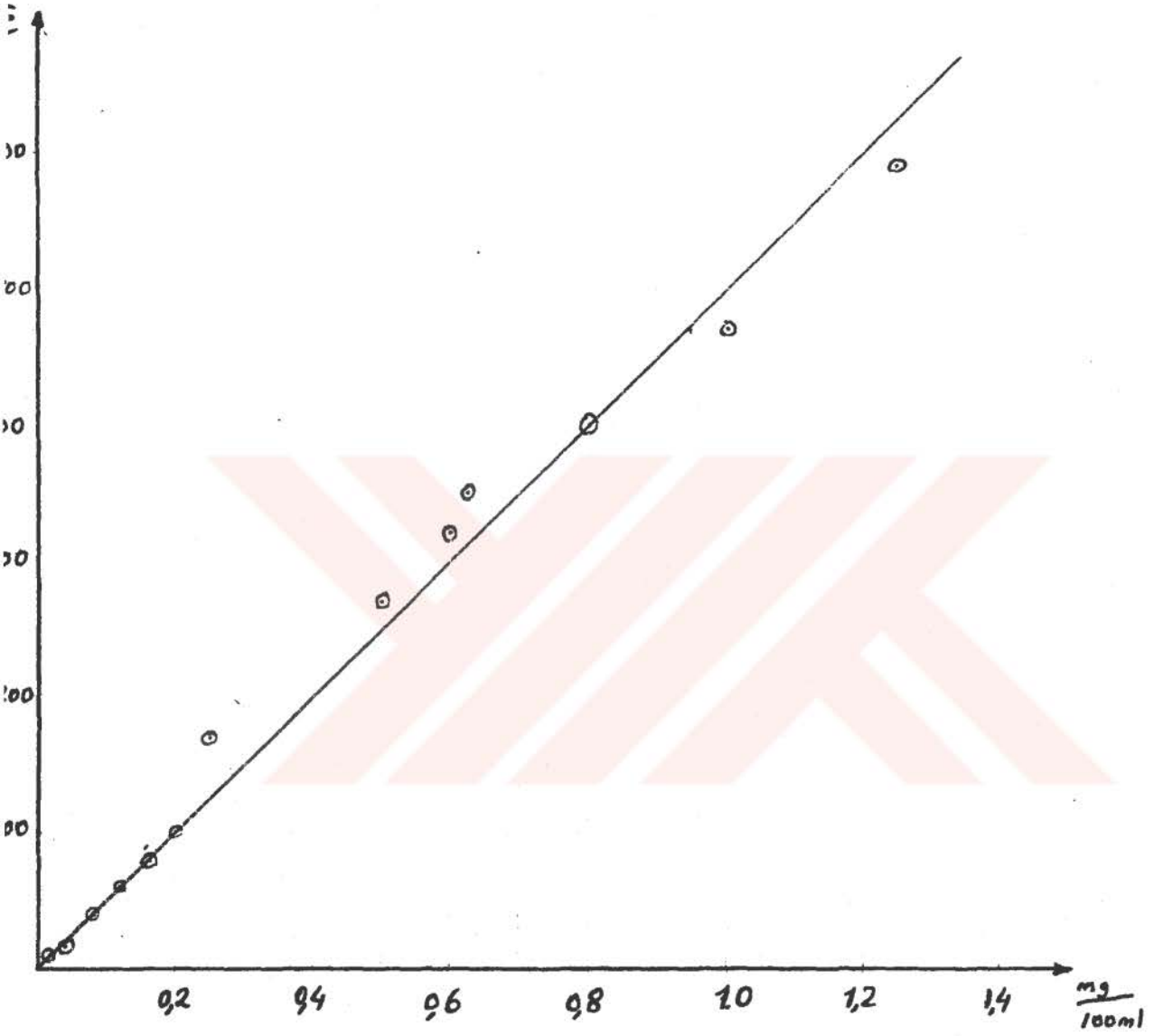


Basacryl Blau X-3GL için Kalibrasyon Değerleri

<u>Konsantrasyon (mg/100 ml)</u>	<u>Ekstinksiyon</u>
0.02	0.010
0.04	0.020
0.08	0.040
0.12	0.060
0.16	0.080
0.20	0.100
0.25	0.170
0.50	0.270
0.60	0.320
0.625	0.350
0.80	0.400
1.00	0.470
1.25	0.590

 λ_{\max} : 580 nm

Tablo 4



Grafik 3. Basacryl Blau X-3GL için ekstinksiyon ile konsantrasyon arasında çizilen kalibrasyon grafiği.

Basacryl Blau X-3GL

 λ_{\max} : 580 nm

t (s)	CL	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500
5	ϵ	0.030	0.094	0.100	0.120	0.122	0.130	0.132	0.138
	mg/g	1.2	3.9	4.0	4.8	4.8	5.3	5.3	5.5
10	ϵ	0.042	0.130	0.120	0.182	0.208	0.220	0.228	0.240
	mg/g	1.6	5.3	4.8	7.3	8.4	8.8	9.2	9.4
15	ϵ	0.052	0.160	0.143	0.230	0.270	0.300	0.320	0.328
	mg/g	2.0	6.0	5.6	9.2	10.9	12.0	12.9	13.2
20	ϵ	0.080	0.248	0.230	0.280	0.325	0.380	0.390	0.400
	mg/g	3.2	10.0	9.4	11.2	13.0	15.4	15.7	16.0
25	ϵ	0.130	0.270	0.280	0.360	0.375	0.440	0.450	0.470
	mg/g	5.3	10.8	11.3	14.3	15.1	17.6	18.1	19.0
30	ϵ	0.110	0.320	0.350	0.410	0.438	0.495	0.505	0.510
	mg/g	4.4	12.9	14.1	16.5	17.4	19.9	21.0	22.0

 ϵ : Ekstinksiyon

Tablo 5

Değişik (CL) banyo konsantrasyonlarındaki ($\text{tg}\alpha$), (θ) ve (θ/CL) değerleri her iki boyarmadde için aşağıda verilmiştir.

Basacryl Gelb X-4GL

<u>CL</u>	<u>$\text{tg}\alpha$</u>	<u>θ</u>	<u>θ/CL</u>
0.005	0.016	0.123	24.60
0.03	0.036	0.277	9.23
0.05	0.058	0.446	8.92
0.1	0.074	0.569	5.69
0.2	0.082	0.630	3.15
0.4	0.118	0.908	2.27
0.5	0.130	1.000	2.00

Tablo 6

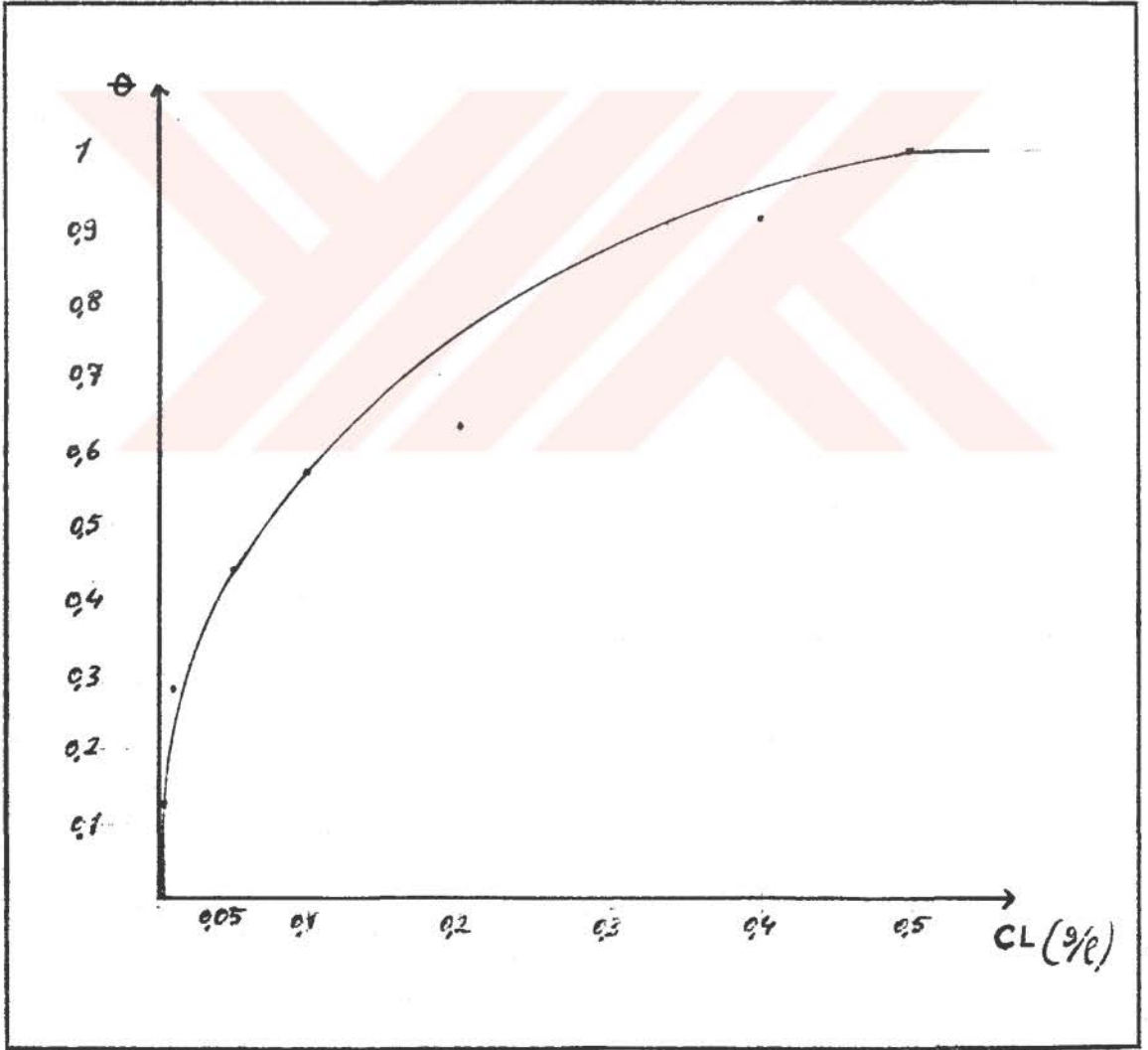
Basacryl Blau X-3GL

<u>CL</u>	<u>$\text{tg}\alpha$</u>	<u>θ</u>	<u>θ/CL</u>
0.005	0.140	0.212	42.40
0.010	0.360	0.545	54.50
0.050	0.400	0.606	12.12
0.100	0.460	0.697	6.97
0.200	0.520	0.788	3.94
0.300	0.600	0.909	3.03
0.400	0.650	0.985	2.46
0.500	0.660	1.000	2.00

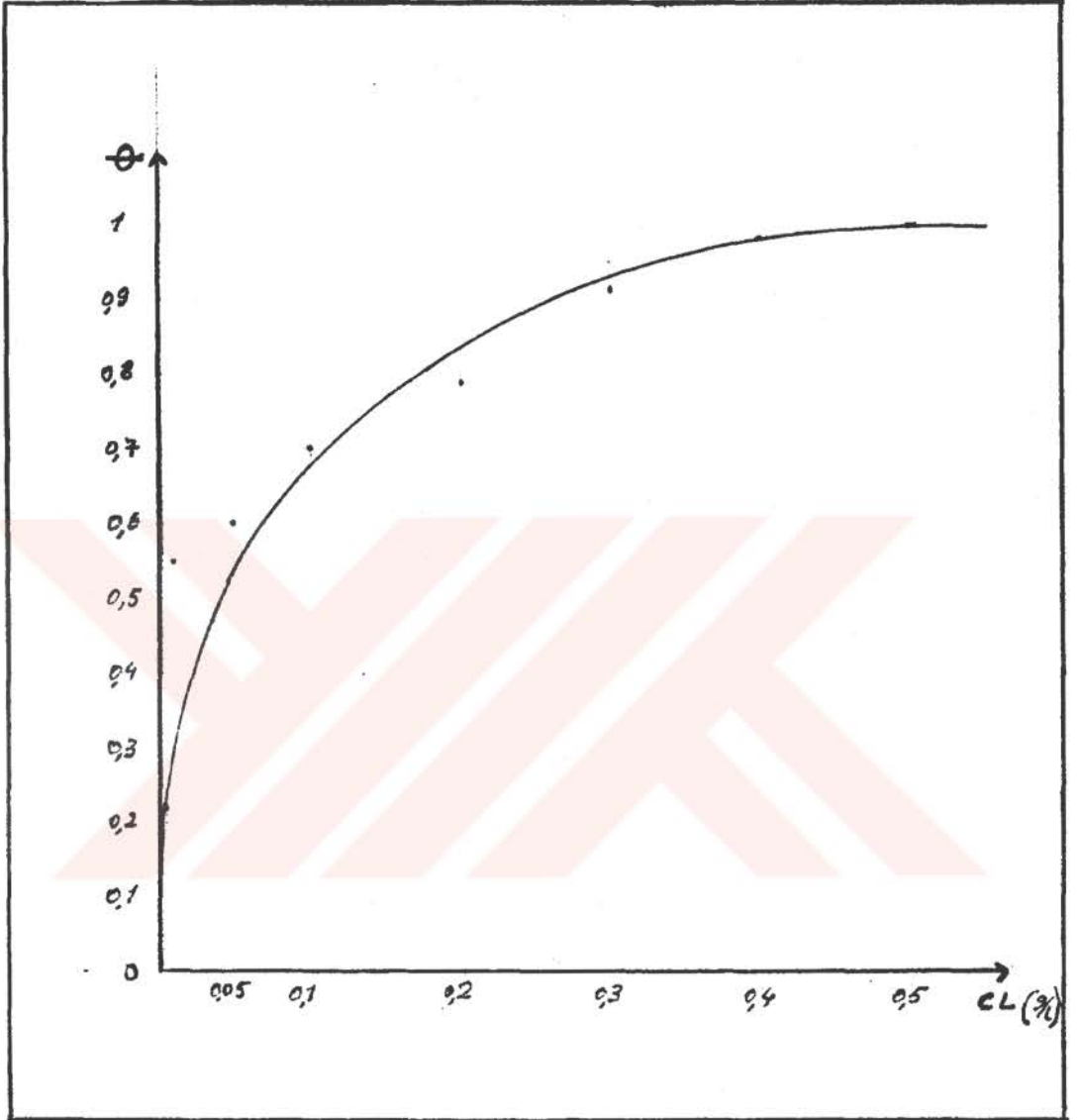
Tablo 7

$$\text{Elde edilen } \theta = \frac{\text{tg } \alpha (\text{CL})}{\text{tg } \alpha (\infty)}$$

değerleri ile (CL) arasındaki ilişki her iki boyarmadde için grafiksel olarak aşağıda gösterilmiştir.



Grafik 5. Basacryl Gelb X-4GL için (θ) nın değişik (CL) konsantrasyonlarındaki değişimi.



Grafik 6. Basacryl Blau X-3GL için (ϕ) nın değişik (CL) konsantrasyonlarındaki değişimi.

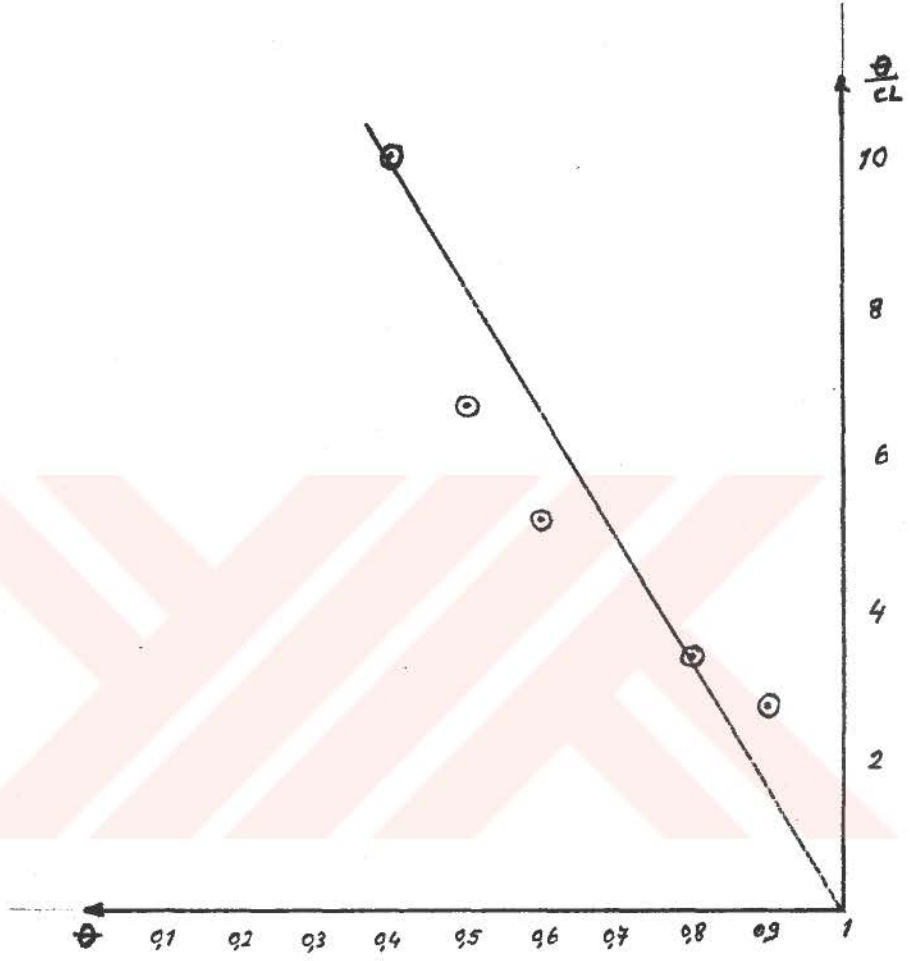
Boyarmaddelerin elyafa çekiminde önemli bir faktör olan (K_{Ads}/M_s) değerlerini bulabilmek için, (θ) ile (CL) arasında çizilen grafikten yararlanarak belirli (CL) konsantrasyonlarındaki (θ), (θ/CL) değerleri sayfa 44, Tablo 6 ve Tablo 7 de verilmişti. (18) nolu denklemde görüldüğü gibi,

$$\frac{\theta}{CL} = \frac{K_{Ads}}{M_s} - \frac{K_{Ads}}{M_s} \cdot \theta$$

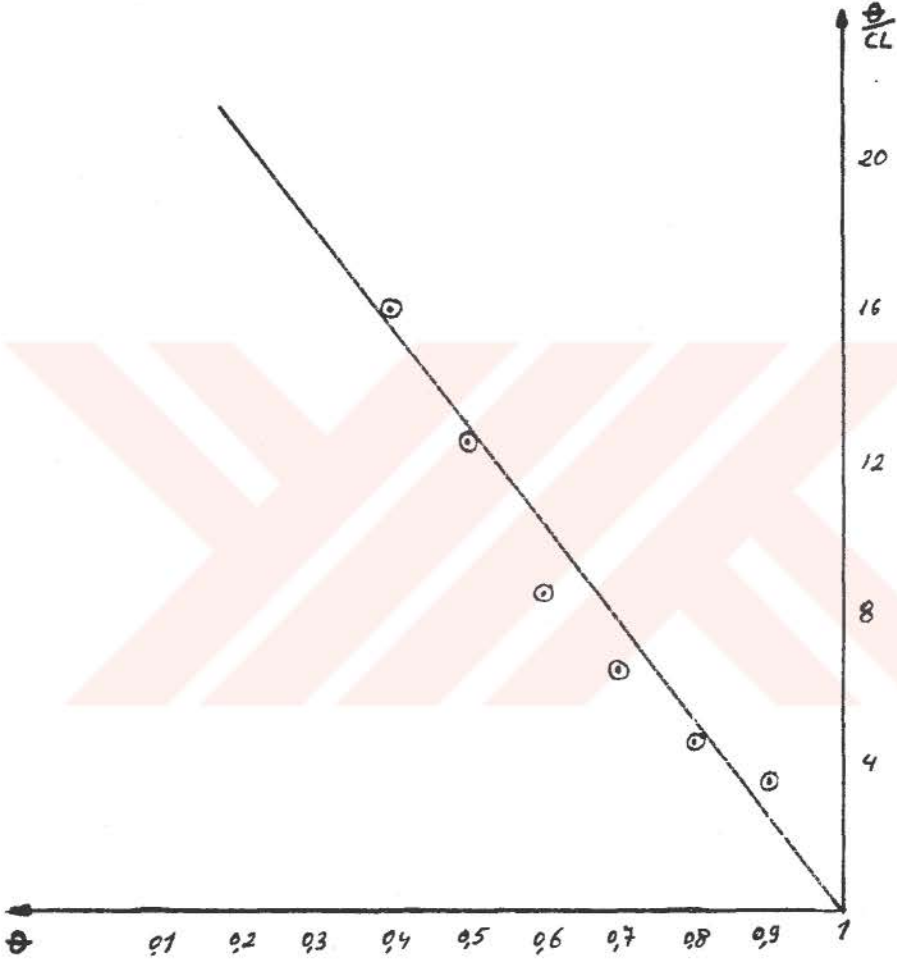
eşitliğinden (K_{Ads}/M_s) hesaplanabilir. Bu değeri bulabilmek için ordinata (θ/CL) absise (θ) taşınarak çizilecek grafikte elde edilen doğrunun eğimi bulunur.

$$\text{tg } \beta = \frac{K_{Ads}}{M_s} = \frac{\theta/CL}{1-\theta}$$

Sayfa 44 deki Tablo 6 ve Tablo 7 ile gösterilen değerlerden yararlanarak ($\text{tg } \beta$) yı bulmak üzere Basacryl Gelb X-4GL ve Basacryl Blau X-3GL boyarmaddeleri için (θ) ile (θ/CL) arasında çizilen grafikler aşağıda verilmiştir.



Grafik 7. Basacryl Gelb X-4GL için (θ/CL) ile (θ) arasında çizilen $(tg\beta)$ grafiği.



Grafik 8. Basacryl Blau X-3GL için (θ/CL) ile (θ) arasında çizilen $(tg\beta)$ grafiği.

Hesaplamalar sonucunda Basacryl Gelb X-4GL için

$$\text{tg} \alpha = 0,130 \quad \text{ve} \quad \text{tg} \beta = 17$$

Basacryl Blau X-3GL için,

$$\text{tg} \alpha = 0,660 \quad \text{ve} \quad \text{tg} \beta = 26$$

olarak bulunmuştur.

(Z) değerleri ise,

$$\text{tg} \alpha \cdot \text{tg} \beta = Z \quad \text{denkleminde,}$$

Basacryl Gelb X-4GL için 2,2 ve Basacryl Blau X-3GL için 17,2 olarak bulunmuştur.

Bu sayılar teorik bölümde verdiğimiz (Z) değeri için (150) sayısından küçüktür ve bu boyarmaddeler sınıfına girmektedir. Sonuç olarak bu iki boyarmaddenin kombine boyamada kullanılabilir olduğu bulunmuştur.

K A Y N A K Ç A

- 1) Beckmann, W., Glenz, O., Melliand Textilberichte
38, 783(1957)
- 2) Beckmann, W., J.Soc.Dyers Col., 77, 616(1961)
- 3) Vogel, T., De Bruyne, J.M.A., Zimmerman, C.L.,
Am. Dyestuff Repr., 47, 581(1958)
- 4) Rosenbaum, S., Textile Res.J., 34, 291(1964)
- 5) Vickerstaff, T., J.Soc. Dyers Col., 59, 92(1943)
- 6) Mayer, U., Ender, W., Würz, A., Melliand,
Textilberichte, 7, 772(1966)
- 7) Özcan, Y., Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği, (1978)