

ASFALT ÇİMENTOLARINDA BEKLEME SÜRESİ VE ORTAM SICAKLIĞININ DUKTULİTEYE ETKİSİ

Ercan ÖZGAN*, Tuncay KAP*

Özet - Karayollarında, esnek üst yapı tabakalarından oluşan binder ve aşınma tabakaları trafik etkisi ile dış koşulların etkisine maruz kalmaktadır. Bu nedenle yol yüzeyinde oluşan kayma, çekme ve basma gerilmelerini de karşılamaktadır. Binder ve aşınma tabakalarının bu etkileri karşılayabilmesi için bağlayıcı olarak asfalt çimentosu kullanılmaktadır. Asfalt çimentosunun duktulite değerleri yukarıda belirtilen özelliklerin sağlanabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, asfalt çimentosunun duktulite değerleri bekleme süresi ve ortam sıcaklığı değişkenlerine göre incelenmiştir. Bu amaçla, farklı bekleme süreleri ve farklı sıcaklıklarda elde edilen duktulite değerleri ile referans duktulite değerleri karşılaştırılarak aralarındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler - Esnek Üst Yapı, Duktulite, Asfalt Çimentosu.

Abstract - Asphalt cement is one of the flexible superstructure layer, used as a conjunction, for meeting the slip, pull and press resistance which were occurred on the road surfaces effected by the traffic and outside conditions directly. In this study the change of ductility for asphalt cement values in different waiting times and temperature values were researched, the changes were compared with reference experiment samples' values and the relationship tried to determine.

Key Words: Highway, Flexible Superstructure, Traffic, Bitumen, Ductility.

I. GİRİŞ

Karayolu esnek üst yapısında lastik bandajlarından etki eden gerilmelerle doğal etkilere maruz kalan aşınma ve binder tabakaları trafik ve yol güvenliğinin sağlanması, karayolundan beklenen ekonomik hizmet ömrüne ulaşılabilmesi ve bakım-onarım masraflarının en aza indirilmesi açısından önem taşımaktadır (1). Aşınma ve binder tabakalarında trafiğin etkisiyle basma gerilmeleri ve lastik bandajlarının yol yüzeyi ile sürtünmesi sonucunda da çekme ve kayma gerilmeleri oluşmaktadır. Oluşan basınç gerilmeleri daha çok karışım içinde bulunan agregalar tarafından karşılanmakta olup çekme ve kayma gerilmelerini ise büyük oranda asfalt çimentosu karşılamaktadır.

Bu durumlar göz önüne alındığında karayollarında aşınma ve binder tabakasının oluşturulması için yapılacak karışım hesaplarının son derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle karışıma katılacak asfalt çimentosunun miktarı ve bağlama yeteneğinin belirlenmesi gerekmektedir. Asfalt çimentosunun bağlama yeteneği duktulitesine bağlı olup duktulite değeri yüksek olan asfalt çimentolarının bağlayıcılık özellikleri de yüksek olmaktadır. Ancak çok yüksek duktulite değerine sahip asfalt çimentoları ısıya karşı fazla duyarlılık göstermektedirler (2). Bu nedenle asfalt çimentolarının duktulite değerlerinin bilinmesi her açıdan son derece önemlidir.

Bu çalışmada, farklı ortam sıcaklığında ve farklı bekleme sürelerinde asfalt çimentosunun duktulite değerleri belirlenmiş ve elde edilen değerlerle referans deney şartlarında elde edilen değerler karşılaştırılarak kritikler yapılmıştır.

II. MATERYAL ve METOT

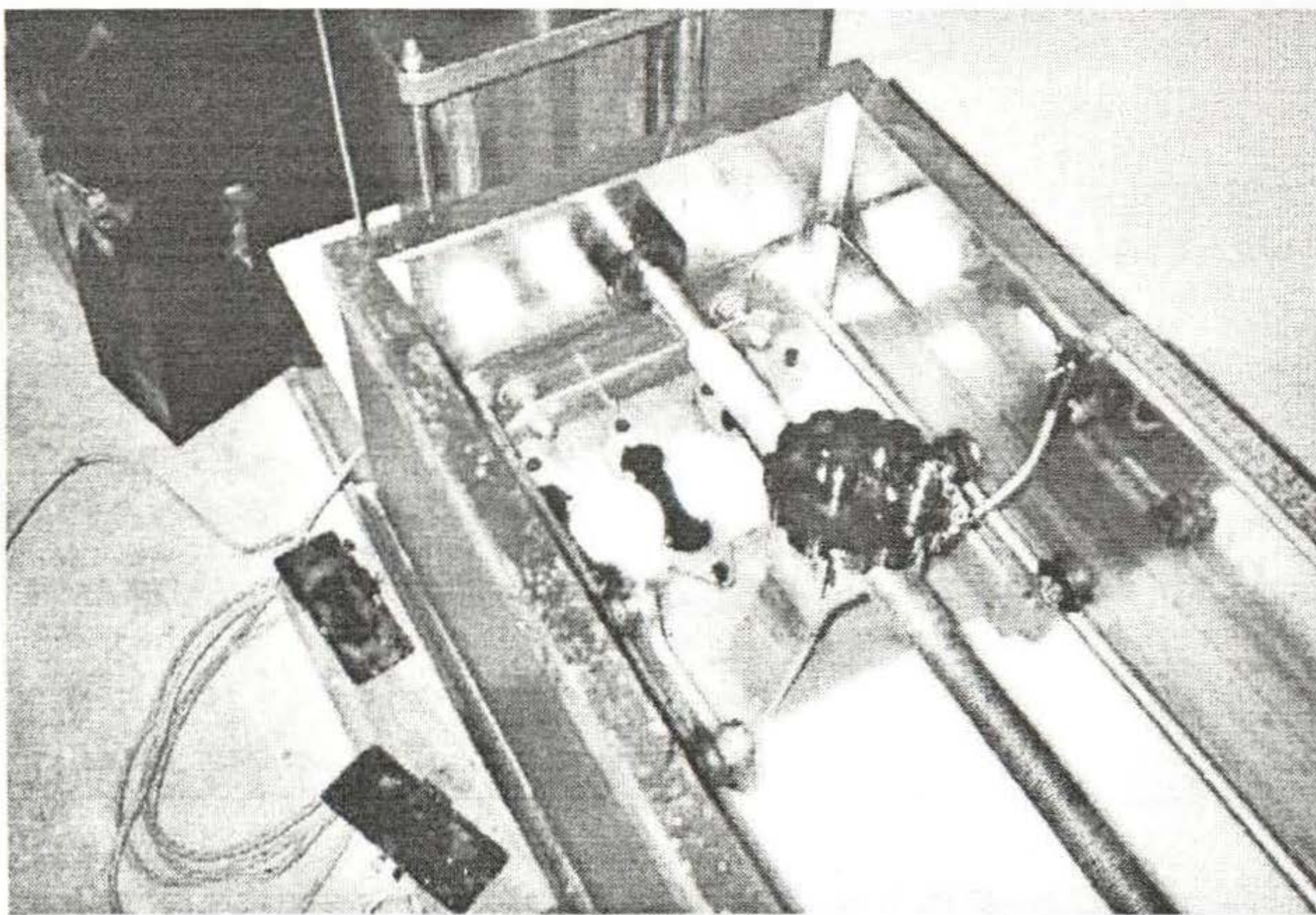
II.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan asfalt çimentosu AC 40 sınıfı olup TS 118' e göre belirlenmiştir. Kullanılan asfalt

çimentosunun özgül ağırlığı TS 1087' ye göre 0.958gr/cm^3 olarak bulunmuştur. Yumuşama noktası değeri ise TS 120' ye göre $64,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Duktulite değerinin ölçülmesinde kullanılan cihaz ise 5 cm/dak. bir hızla çekme yapabilen ve istenilen miktarda sabit su sıcaklığı sağlayabilen özellikte bir cihaz olup su tahliye musluğu ve su devir daim pompası bulunmaktadır. Duktulite cihazının genel görünüşü ve numune bağlanmış durumdaki görünüşleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1-2).



Şekil 1. Duktulite cihazının genel görünüşü



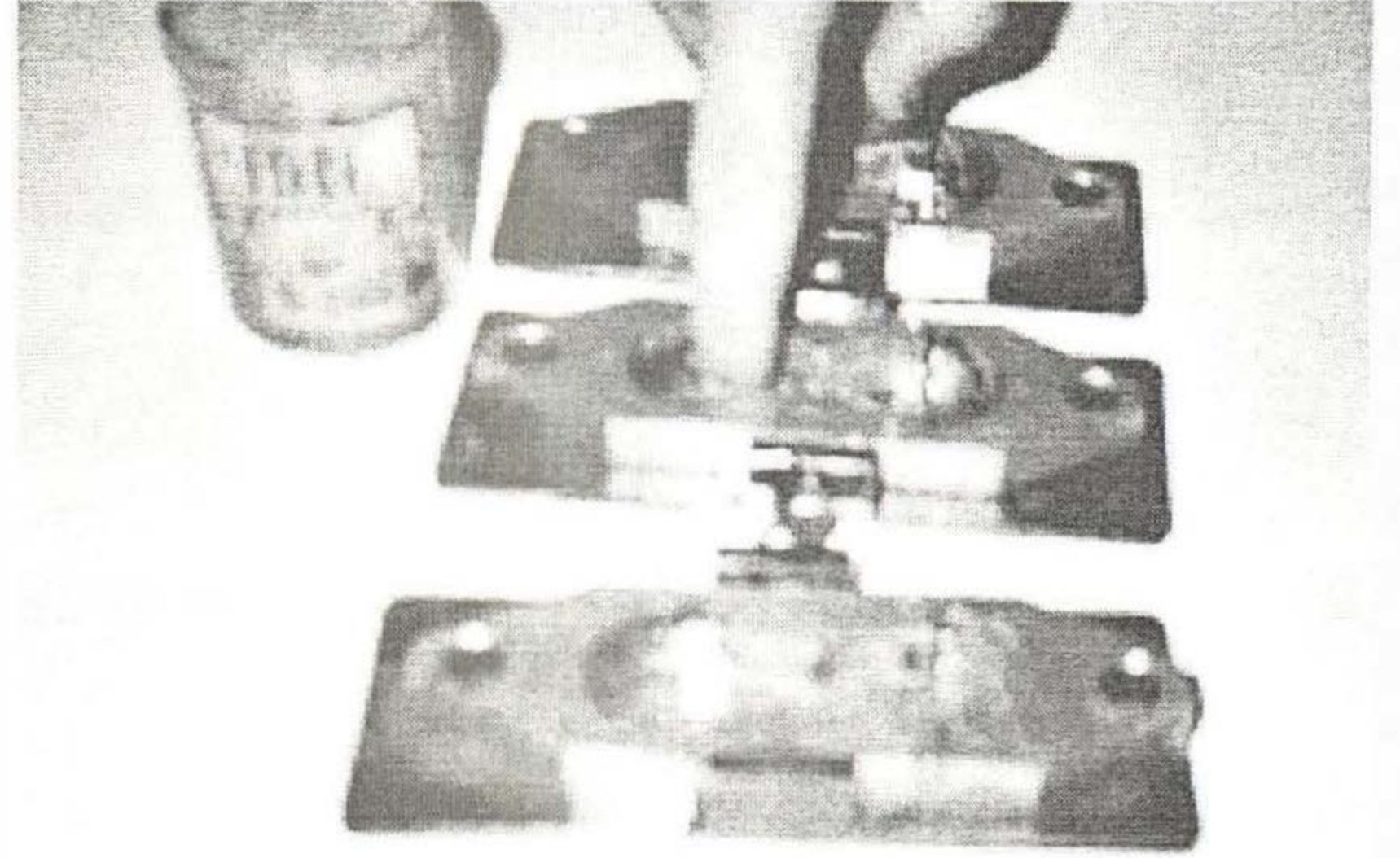
Şekil 2. Duktulite cihazı ve içindeki deney numuneleri

Şekil 2'de pirinç kalıplardan çıkartılan deney numunelerinin duktulite cihazına bağlanmış hali görülmektedir. Duktulite cihazında bulunan devir daim pompası cihaz haznesinde bulunan suyun her tarafta aynı sıcaklıkta olmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır ve su içindeki olası ısı farklarını ortadan kaldırmaktadır.

II.2. Metot

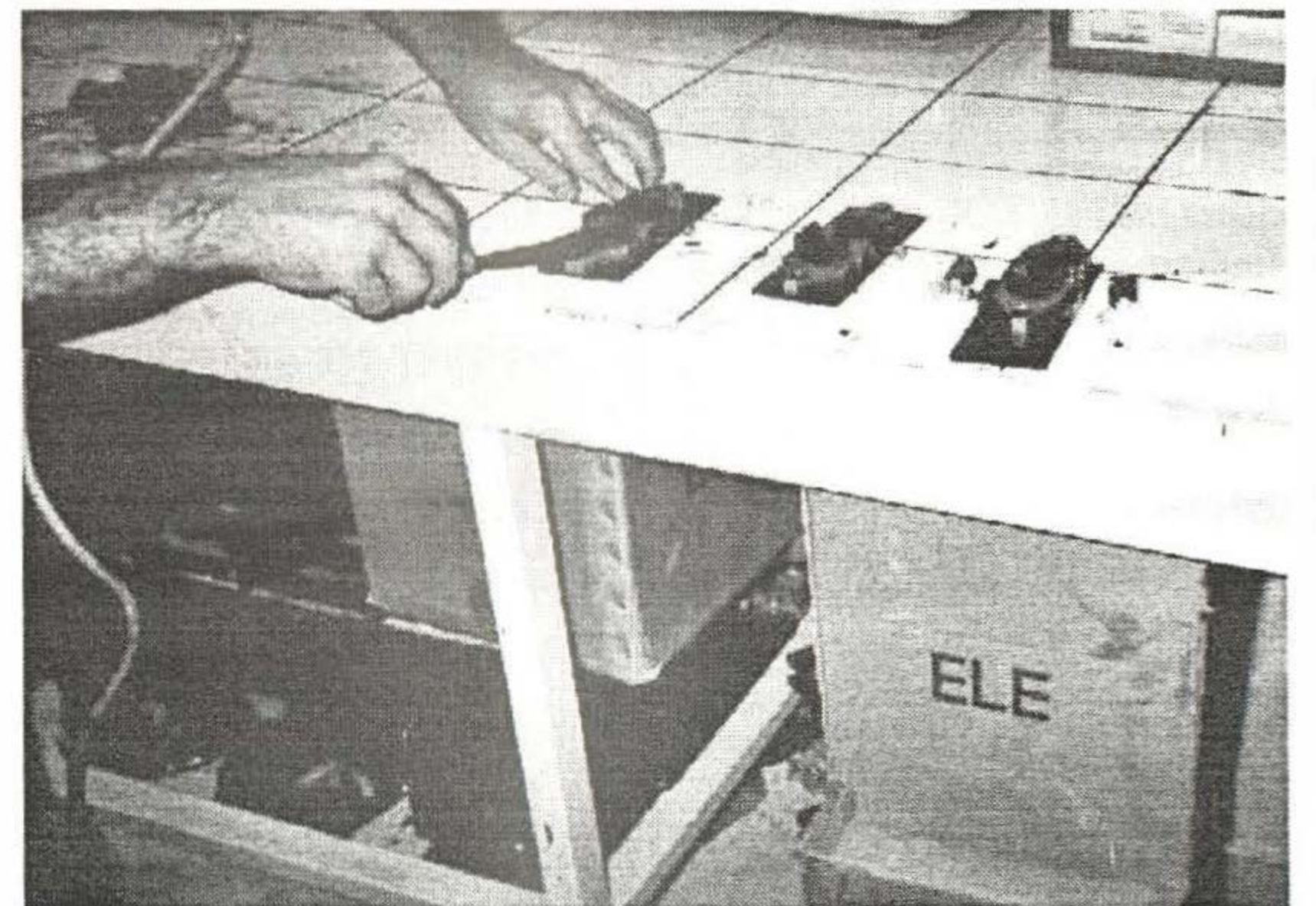
Asfalt çimentosunun Duktulite deneyleri TS 119' a uygun olarak yapılmıştır. Deneyin yapılabilmesi amacıyla her bir deney serisi için 3'er adet olmak üzere toplam 54 adet numune kullanılmıştır. Her 3 numune için elde edilen

duktulite değerlerinin ortalamaları alınarak her bir den serisi için tek bir duktulite değeri elde edilmiştir. Deney tabii tutulacak asfalt çimentosu ısıtılarak akıcı kıvam getirilmiş ve $280\text{ }\mu\text{m}$ gözenekli süzgeçten süzülükten sonra pirinçten yapılmış ve içerisi film tabaka şeklinde vazelinlenmiş olan 3 ayrı duktulite kalıbına kal seviyesinin üst hizasına kadar doldurulmuştur. Söz konusu deney numunelerinin hazırlanmasını sağlayan pirinçten yapılmış kalıplar aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3-4).



Şekil 3. Pirinç malzemeden yapılmış olan Duktulite deney kalıpları.

Şekil 3' te görülen deney kalıpları pirinç malzemeyle yapılmış olup toplam 4 parçadan oluşmuştur. Asfalt çimentosu kalıp içinde serleştikten sonra kalıbın yan taraflarında bulunan parçalar çıkartılarak uçlardaki delik parçalardan duktulite deney cihazına bağlanmaktadır.



Şekil 4. İçerisine asfalt çimentosu konmuş olan kalıpların görüntüsü.

Kalıp içine konmuş olan akıcı kıvamdaki asfalt çimentosu oda sıcaklığında 35 dakika bekletilmiştir. Daha sonra deney numuneler 20 ve $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sabit sıcaklık sağlayan su banyosuna konularak 30 dakika bekletilmişlerdir. Sabit sıcaklık su banyosundan çıkartılan numuneler kalıba il konuldukları durumlarına göre daha katı bir hale almaktadırlar. Bu durumda iken kalıptan taşan fazla kısımlar ısıtılmış bir ısıpatula ile alınarak numunenin üst yüzeyi düzeltilmiştir. Bu işlemden sonra asfalt çimentosu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki sabit su banyosunda 1 saat, 1,5 saat ve

1 saat sürelerle bekletildikten sonra deneye tabi tutulmuş ve her bir zaman aralığı için duktulite değerleri belirlenmiştir. Bununla birlikte aynı asfalt çimentosundan yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanmış olan numuneler 25 °C sıcaklıktaki sabit su banyosunda 1 saat, 1,5 saat ve 2 saat bekletildikten sonrada deneyine tabi tutulmuş ve duktulite değerleri belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin anlamlı hale getirilebilmesi amacıyla istatistiki analizler yapılmış ve zamana bağlı olarak duktulite değerlerinin tahminlenebilmesi amacıyla matematiksel model denklemleri oluşturulmuştur. Model denklemlerinde bağımlı değişken olan "y" asfalt çimentosunun duktulite değerini ve bağımsız değişken olan "x" ise zamanı göstermektedir. Elde edilen model denklemlerinde her bir "x" (zaman) değeri, denklemdaki yerine konularak "y" (duktulite) değeri belirlenmeye çalışılmıştır.

III. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

20 ve 25 °C asfalt çimentosundan alınan numuneler 20 ve 25 °C sıcaklığa sahip ortamlarda 1 saat, 1,5 saat ve 2 saat bekletildikten sonra duktulite deneyine tabi tutulmuş olup elde edilen değerler her bir sıcaklık için zamana bağlı olarak aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

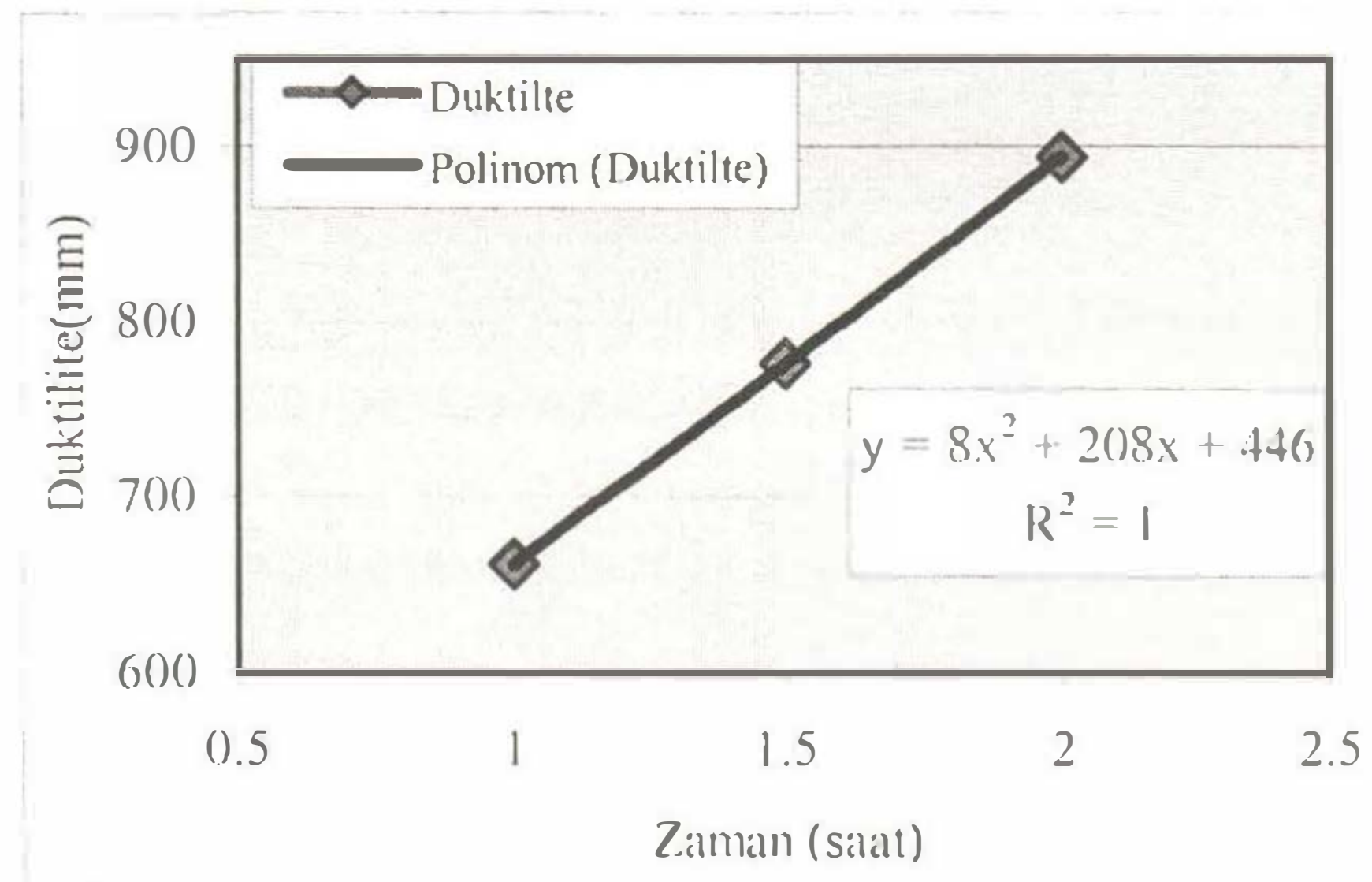
Zamana ve sıcaklığa bağlı olarak elde edilen duktulite değerleri.

Den No	Zamana ve Sıcaklığa Bağlı Duktulite Değerleri (mm)					
	1 saat		1,5 saat		2 saat	
	20°C	25°C	20°C	25°C	20°C	25°C
1	620	693	751	826	868	880
2	641	776	764	854	896	909
3	725	884	813	989	918	936
$\Sigma\Sigma x$	1986	2353	2328	2669	2682	2725
Ort	662	784	776	890	894	908

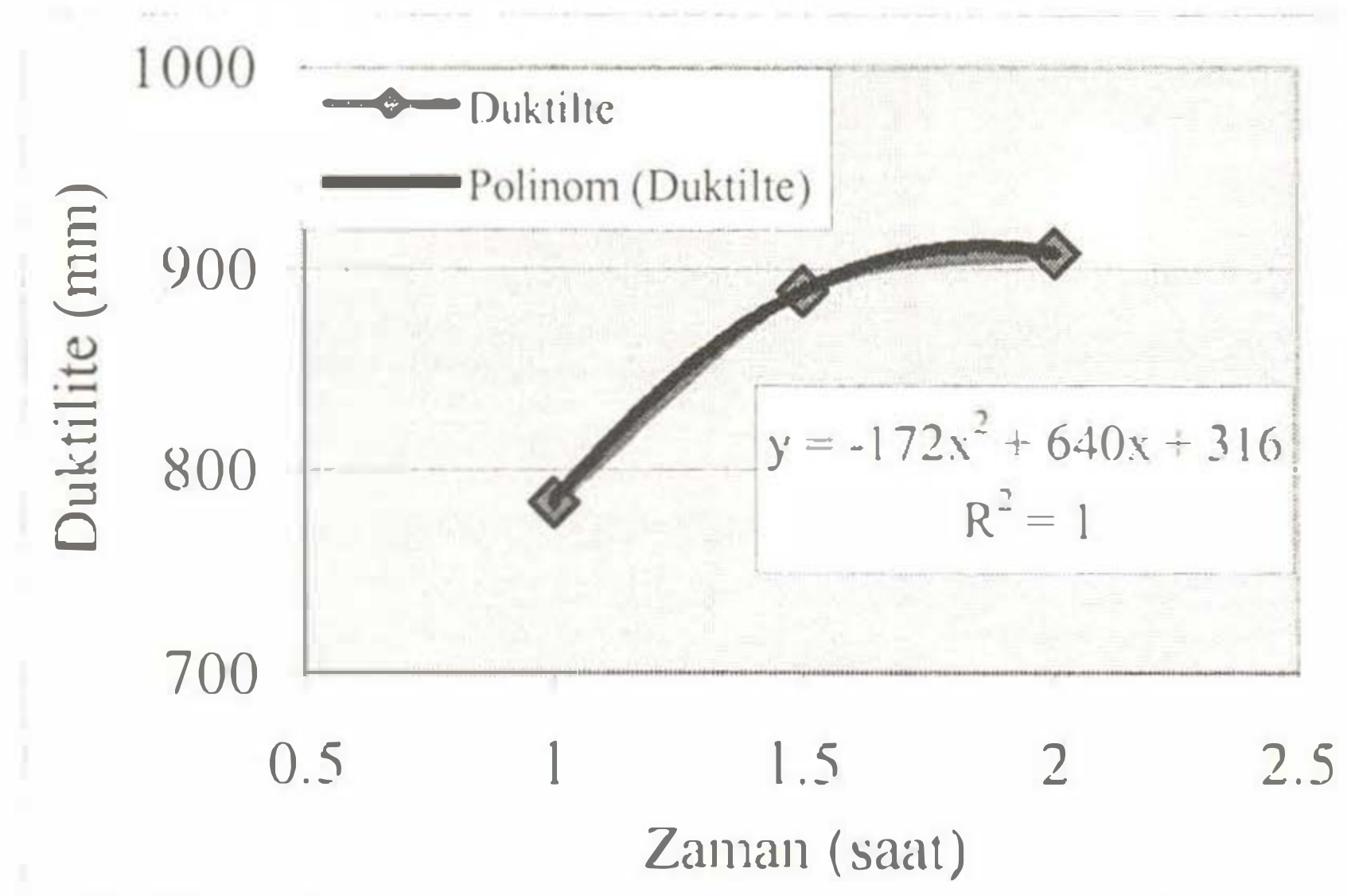
Tablo incelendiğinde 20 °C sabit sıcaklıkta elde edilen en düşük duktulite değerinin 1 saat için 620 mm ve en yüksek duktulite değerinin ise 2 saat için 918 mm olduğu, buna karşılık 25 °C sabit sıcaklık ortamında elde edilen duktulite değerlerinden en düşük olanının 693 mm ve en yüksek olanını da 936 mm olduğu görülmektedir. Duktulite deneyinde referans olarak alınan değerler için ortam sıcaklığının 25 °C olması ve numunelerin de bu ortamda 1,5 saat bekletilmesi gerekmektedir. Bu şartlarda yapılmış olan deneyler sonucunda elde edilen duktulite değerleri 826, 854 ve 989 mm olarak bulunmuştur. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler grafik olarak aşağıda gösterilmiştir (Şekil 5, 6 ve 7). Şekil 5 incelendiğinde, 20 °C ortam sıcaklığında bekletilerek deneye tabi tutulan asfalt çimentosunun duktulite değerinin zamanın bir fonksiyonu olarak

$$Y = 8x^2 + 208x + 446 \quad (1)$$

şeklinde ikinci dereceden bir fonksiyon olduğu ve bu fonksiyonla elde edilen korelasyon kat sayısının da 1 olduğu görülmektedir.



Şekil 5. 20 °C ortam sıcaklığında zamana göre elde edilen duktulite değerleri



Şekil 6. 25 °C ortam sıcaklığında zamana göre elde edilen duktulite değerleri.

Şekil 6 incelendiğinde, 25 °C ortam sıcaklığında bekletilerek deneye tabi tutulan asfalt çimentosunun duktulite değerinin de zamanın bir fonksiyonu olarak

$$y = -172x^2 + 640x + 316 \quad (2)$$

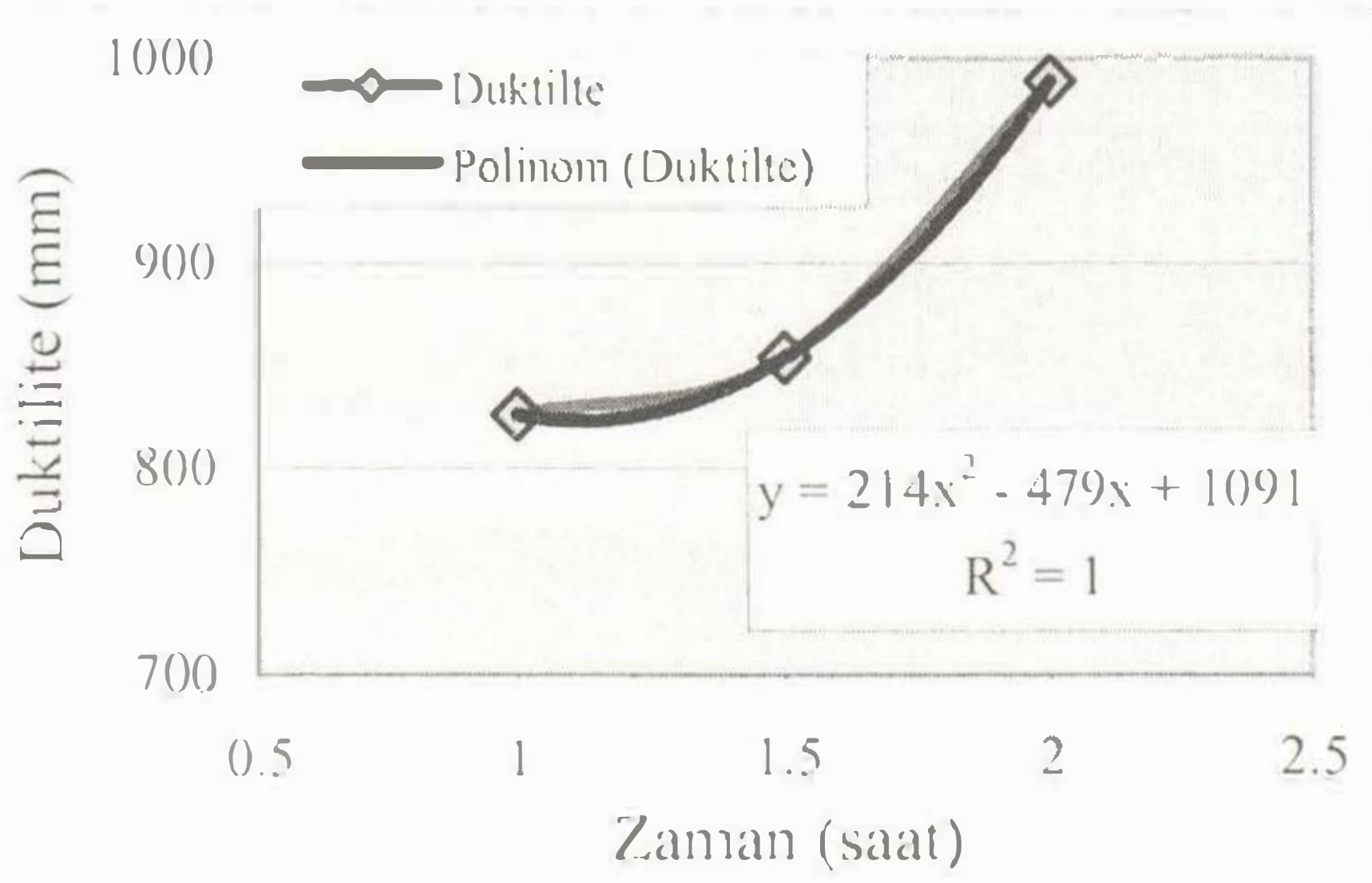
şeklinde ikinci dereceden bir fonksiyon olduğu ve bu fonksiyonla elde edilen korelasyon kat sayısının da yine "1" olduğu görülmektedir.

Şekil 7 incelendiğinde ise, 25 °C referans ortam sıcaklığında bekletilerek deneye tabi tutulan asfalt çimentosunun duktulite değerinin zamanın bir fonksiyonu olarak

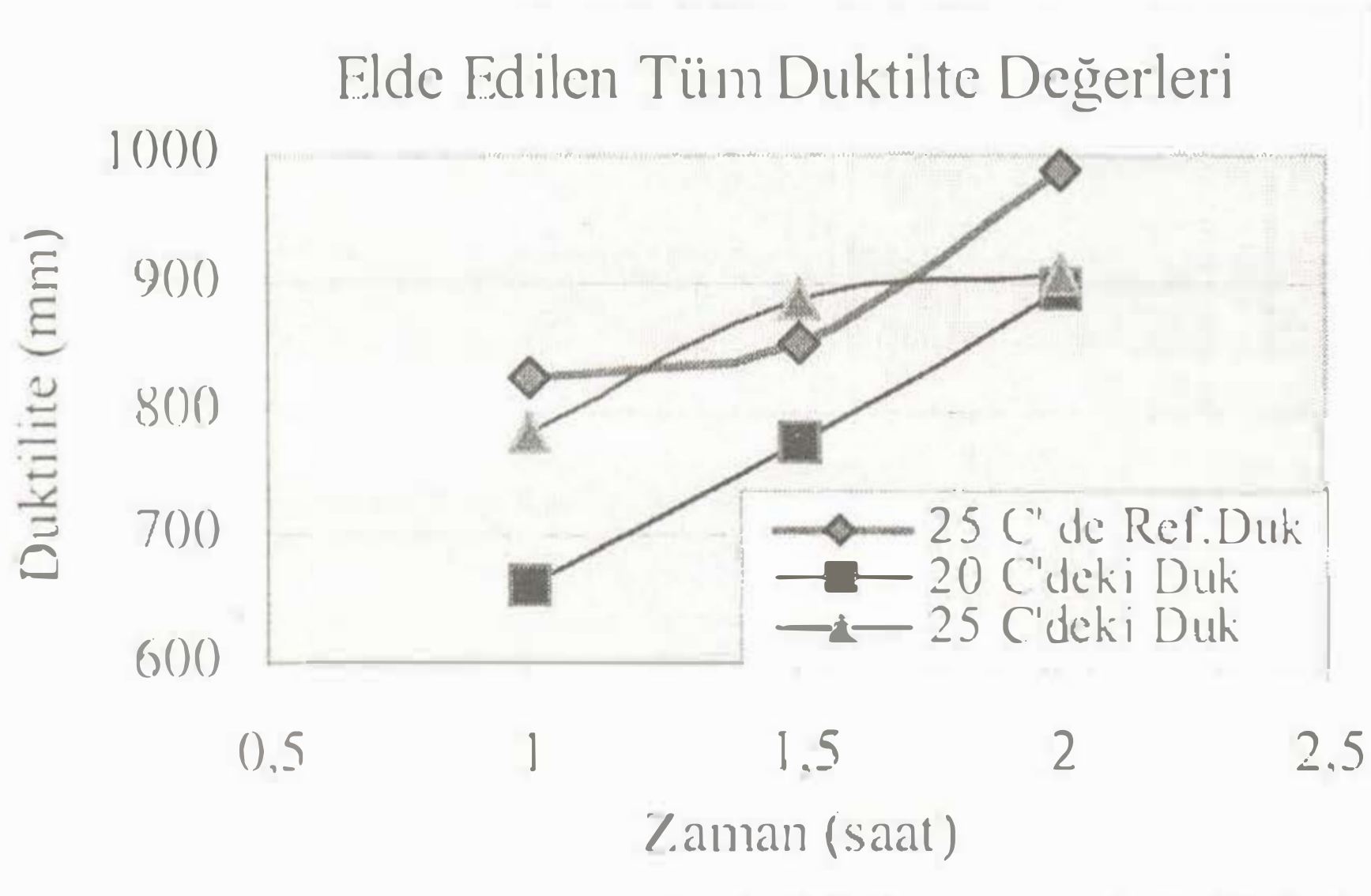
$$y = 214x^2 - 479x + 1091 \quad (3)$$

şeklinde ikinci dereceden bir fonksiyon olduğu ve bu fonksiyonla elde edilen korelasyon kat sayısının da yine 1 olduğu görülmektedir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda

farklı sıcaklıklar için elde edilmiş olan duktulite değerleri şekil olarak aşağıda gösterilmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. 25 °C Ortam sıcaklığında zamana göre elde edilen referans duktulite değerleri.



Şekil 8. Deneylerde elde edilen 25 °C'deki referans duktulite değerleri ile diğer duktulite değerleri.

Şekil 8 incelendiğinde, deney numunelerinin bekletildiği ortam sıcaklığı ve bekletme sürelerinin duktulite üzerindeki etkileri daha net olarak görülmektedir.

Elde edilen model denklemleri yardımıyla herhangi bir zaman aralığı için olası duktulite değerleri ortam sıcaklıkları bazında hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Ortam sıcaklıklarına göre zamana bağlı olarak model denklemleri ile elde edilen olası duktulite değerleri.

Bekleme Süresi (saat)	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
20 °C için olası duktulite değerleri y=8x²+208x+446 denklemine göre	662	684	707	730	753	776	799	823	846	870	894
25 °C için olası duktulite değerleri y=-172x²+640x+316 denklemine göre	784	812	836	857	875	889	900	907	911	911	908
25 °C'de olası referans değeri için olası duktulite değerleri y=214x²-479x+1091 denklemine göre	826	823	824	830	840	854	872	895	922	953	989

Tablo 2 incelendiğinde, 20 °C'deki sabit su banyosunda "1 saat" bekletilen numuneden elde edilen duktulite değerinin, referans değer olan ve 25 °C'de 1,5 saat bekletilerek elde edilen duktulite değerinin yaklaşık % 74,38'ine tekabül ettiği ve dolayısıyla % 25,62 oranında bir kayıp olduğu, 25 °C'deki sabit su banyosunda "1 saat"

referans duktulite değerinin yaklaşık % 88,09'una tekabül ettiği ve dolayısıyla yaklaşık % 11,91 oranında bir kayıp olduğu, 20 °C'deki sabit su banyosunda "1,5 saat" bekletilen numuneden elde edilen duktulite değerinin is referans duktulite değerinin yaklaşık %87,19'una tekabül ettiği ve dolayısıyla yaklaşık olarak % 12,81 oranında bir kayıp olduğu, 20 °C'deki sabit su banyosunda "2 saat" bekletilen numuneden elde edilen duktulite değerinin is referans duktulite değerinin yaklaşık %100,45'ine tekabül ettiği ve dolayısıyla yaklaşık olarak % 0,45 oranında bir fazlalık olduğu, 25 °C'deki sabit su banyosunda "2 saat" bekletilen numuneden elde edilen duktulite değerinin is referans duktulite değerinin yaklaşık %102,02'ine tekabül ettiği ve dolayısıyla yaklaşık olarak % 11,91 oranında bir fazlalık olduğu görülmektedir. Duktulite deney cihazının boyu 25 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda yapılacak duktulite deneyleri için uygun olmadığından dolayı 25 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda duktulite deneyleri yapılamamıştır.

IV. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda 20 °C sabit sıcaklıkta 1, 1,5 ve 2 saat beklemeye bırakılan numunelerden elde edilen duktulite değerlerinde referans numune değerlerine göre 1 saat için yaklaşık olarak %26 oranında ve 1,5 saat için yaklaşık %13 oranında bir azalma olduğu buna karşılık 2 saat için elde edilen duktulite değerinde ise yaklaşık % 2 oranında bir artış olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber 20 °C sabit sıcaklıkta 1 saat için yaklaşık % 12 oranında bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda asfalt çimentosunda duktulite değerinin numunenin bekletildiği ortam sıcaklığı ve bekleme süresine göre büyük oranda değişiklik gösterdiği söylenebilir.

Referans ortam sıcaklığı olan 25 °C'nin sağlanamadığı durumlarda ya da 1,5 saat kadar bekletme süresinin olmadığı durumlarda da duktulite deneyi yapılabilir ancak deneyin yapıldığı ortam sıcaklığı ve bekletme süreleri net olarak belirlenmelidir. Böylece elde edilen değerlerle referans değerler arasındaki ilişki dikkate alınarak gerçek duktulite değerine yakın değerlerin elde edilmesi mümkün olabilir.

deneylerinin daha kısa sürelerde ve daha farklı sıcaklıklarda yapılması mümkün olabilir. Böylece referans şartların sağlanamadığı durumlarda da duktulite deneylerinin yapılabilmesine imkan sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Umar F., Ağar, E., Yol Üst Yapısı, İTÜ, İstanbul. 4. Baskı-1451 (1991)
- [2] Keçeciler, A., Akkol, G., Gümrükçüoğlu, A., Gökçe, A.F., Bitümlü Malzemeler El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.239 (19889)
- [3] Önal, M., A, Kahramangil, M., Bitümlü Karışımlar El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [4] T.S EN 13398 Bitümlü Maddelerin Duktulite Deneyi için Metot. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1-5 (2005).
- [5] T.S.E 1087. Bitümlü Maddelerde Özgül Ağırlık Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 4- 7 (1990)
- [6] T.S 115 EN 58 Bitümlü Bağlayıcılar Numune Alma. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 4-7 (1990)
- [7] TS 1083 EN 12591 Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar- Kaplama Sınıfı Bitümler, Özellikleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 2-6(2003)
- [8] TS EN 12594 Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar Deney Numunelerinin Hazırlanmaları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.(2002)
- [9] TS 120 EN 1427 Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar-Yumuşama Noktası Tayini Halka ve Bilya Metodu Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.(2003)
- [10] Muluk, Z., Toktamış, Ö., Kurt S., Karağaoğlu E., Dency Düzenlemede İstatistiksel Yöntemler, Çeviri. Ankara (1985)
- [11] Ünver, Ö., Görgün, H., Uygulamalı İstatistiki Yöntemler, Ankara.97-121 (1986)
- [12] TS 1081 Yol Üst Yapılarda Kullanılan Asfalt Çimentoları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 7-11 (2004).