

**BAZI ARKEOLOJİK VE JEOLojİK NUMUNELERİN İNFRARED
UYARMALI LÜMİNESANS KARAKTERİSTİKLERİNİN
SICAKLIK BAĞIMLILIĞI**

İbrahim Cem ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARALIK 2006
ANKARA**

İbrahim Cem ARSLAN tarafından hazırlanan BAZI ARKEOLOJİK VE JEOLJİK
NUMUNELERİN İNFRARED UYARMALI LÜMİNESANS
KARAKTERİSTİKLERİNİN SICAKLIK BAĞIMLILIĞI adlı bu tezin Yüksek
Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Güneş TANIR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi
olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Başar ŞARER

Üye : Prof. Dr. Güneş TANIR

Üye : Doç. Dr. Şeref OKUDUCU

Üye : Doç. Dr. Eyyup TEL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Niyazi MERİÇ

Tarih : 25/12/2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İbrahim Cem ARSLAN

**BAZI ARKEOLOJİK VE JEOLojİK NUMUNELERİN İNFRARED
UYARMALI LÜMİNESANS KARAKTERİSTİKLERİNİN
SICAKLIK BAĞIMLILIĞI
(Yüksek Lisans Tezi)**

İbrahim Cem ARSLAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Aralık 2006**

ÖZET

OSL bozunma eğrileri tam bir exponansiyel değildir ve bu nedenle basit tanımlarla açıklanamazlar. Bozunma eğrileri, numunenin soğurduğu radyasyon dozuna, numuneyi uyaran kaynağın şiddetine ve numune sıcaklığına bağlı olarak değişiklikler gösterir. Bu tezin hazırlanması için Marmara denizinden çıkarılmış sediment örnekleri, Dağyaka / Ankara bölgesinden alınmış sediment örnekleri ve Büyükardıç / Erzurum bölgesinden alınmış arkeoloji örneği üzerinde çalışılmıştır. Bu arkeolojik ve jeolojik numunelerin infrared uyarımlı lüminesans eğrilerinin sıcaklık bağımlılığı incelenmiştir. Bunun için numunelerden alınan IRSL sayımlarına bağlı bozunma eğrileri çizilmiş, bu eğriler lüminesans mekanizmasının araştırılması amacı ile önerdiğimiz $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiş ve elde edilen sonuçların uygulanabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca bozunma eğrileri literatürde kullanılan $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemine de fit edilerek P parametresi belirlenmiştir. Son olarak önerilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları hesaplanarak P parametresinin sıcaklık bağımlılığı araştırılmıştır.

Bilim kodu :202.1.108
Anahtar kelimeler : IRSL, OSL, sediment, sıcaklık bağımlılığı.
Sayfa adeti : 51
Tez yöneticisi :Prof. Dr. Güneş TANIR

**THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF INFRARED STIMULATED
LUMINESCENCE CHARACTERISTICS OF SOME ARCHEOLOGICAL
AND GEOLOGICAL SAMPLES**

(M.Sc. Thesis)

İbrahim Cem ARSLAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

September 2006

ABSTRACT

OSL decay curves are not fully exponential; hence they can not be explained by simple definitions. These curves show differences in radiation which depend on the radiation the sample absorbs, therefore the force of source stimulates both the sample and temperature. In order to prepare this thesis, we have worked on sediment samples collected from the bottom of the Marmara Sea, under water sediment samples obtained from Dağyaka / ANKARA region, and an archeological sample provided from the Büyükardıç / ERZURUM region. The temperature dependence of the infrared stimulated luminescence curves of these archeological and geological samples was examined. Therefore, the deterioration curves regarding the IRSL counts obtained from the samples were drawn and the compatibility of these curves with the literature information was researched. Therefore, samples IRSL countings taken from decay curves has been drawn. These curves has been fitting to the $Y=A+B\log(t)$ equation which we recommend for the purpose of the search of mechanism of luminescence and searched practicability of the results which we have achieved. In addition to this, decay curves has been fitting to the equation of $Y=A/(1+Bt)$ that we use in literature and parameter of P is determined. Finally, coefficients of the

equation of $Y=A/(1+Bt)$ are calculated and searched the dependence of parameter of P to the temperature.

Science Code :202.1.108

Key Words : Infrared Stimulated Luminescence (IRSL), Optically Stimulated Luminescence (OSL), sediment, temperature effect

Page Number :51

Adviser : Prof. Dr. Güneş TANIR

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendirip bana güvendiği için Hocam Prof. Dr. Güneş TANIR' a yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım, değerli zamanını aldığım Hocam Doç. Dr. Eyüp TEL' e, ayrıca nükleer fizik laboratuvarını ve bilgilerini benimle paylaşan arkadaşım Arő. Gör. M. Hicabi BÖLÜKDEMİR'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan babam Ali ARSLAN ve annem Sakine ARSLAN' a, hayat arkadaşım olduğu ve bana yalnız olmadığımı hissettirdiği için Aslı ARSLAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1.GİRİŞ.....	1
2. KATILARDA BANT TEORİSİ VE LÜMİNESANS MEKANİZMASI.....	5
2.1. Bant modeline göre lüminesans mekanizması.....	5
2.2. Kristal örgü yapısındaki kusurlar.....	6
2.3. TL, OSL ve IRSL tanımları.....	7
3. DENEYSEL İŞLEMLER.....	9
3.1. Deney düzeneği.....	9
3.2. OSL 9010 sisteminin kalibrasyonu.....	9
3.3. Numunelerin hazırlanması.....	13
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	14
4.1. Marmara numuneleri için deneysel veriler ve grafikler.....	16
4.2. Dağyaka numuneleri için deneysel veriler ve grafikler.....	21
4.3. Büyükardıç numuneleri için deneysel veriler ve grafikler.....	26
4.4. P Parametresinin tayini.....	31
4.5. Marmara numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığı.....	34

	Sayfa
4.6. Dağyaka numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığı.....	38
4.7. Büyükardıç numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığı.....	42
4.8. Fit edilen denklemlerin katsayıları.....	46
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 4.1.	Marmara, Dağyaka ve Büyükardıç numunelerinin kütleleri.....	46
Çizelge 4.2.	Marmara numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.....	46
Çizelge 4.3.	Dağyaka numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.....	46
Çizelge 4.4.	Büyükardıç numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.....	46
Çizelge 4.5.	Marmara, Dağyaka, Büyükardıç numunelerinin oda sıcaklığındaki numuneleri için deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.....	47
Çizelge 4.6.	Marmara numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.....	47
Çizelge 4.7.	Dağyaka numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.....	47
Çizelge 4.8.	Büyükardıç numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.....	48

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 2.1.	Bant modeline göre lüminesans mekanizmasının enerji diyagramı....	5
Şekil 2.2.	Kristal örgü yapısındaki kusurlar.....	6
Şekil 2.3.	Bant modelinin iki temel seviyesi.....	8
Şekil 3.1.	Sayıcının karakteristik eğrisi.....	10
Şekil 3.2.	Eşik değer potansiyometresi ~ 0.52V değerindeyken HT voltajının tespitini sağlayan kalibrasyon eğrisi.....	11
Şekil 3.3.	%85 kuralı uygulanmadan önceki threshold-sayım eğrisi.....	12
Şekil 3.4.	Ön yükselticinin eşik değerini bulmak için %85 kuralı uygulanmış threshold-sayım kalibrasyon eğrisi.....	12
Şekil 4.1.	Marmara numunesinin oda sıcaklığında (~300°K) bozunma eğrisi....	16
Şekil 4.2.	Marmara numunesinin 323°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	17
Şekil 4.3.	Marmara numunesinin 373°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	17
Şekil 4.4.	Marmara numunesinin 423°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	18
Şekil 4.5.	Marmara numunesinin 473°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	18
Şekil 4.6.	Marmara numunesinin 523°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	19
Şekil 4.7.	Marmara numunesinin 573°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	19
Şekil 4.8.	Marmara numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.....	20
Şekil 4.9.	Dağyaka numunesinin oda sıcaklığında (~300°K) bozunma eğrisi.....	21
Şekil 4.10	Dağyaka numunesinin 323°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	22

Şekil		Sayfa
Şekil 4.11	Dağyaka numunesinin 373°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	22
Şekil 4.12	Dağyaka numunesinin 423°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	23
Şekil 4.13	Dağyaka numunesinin 473°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	23
Şekil 4.14	Dağyaka numunesinin 523°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	24
Şekil 4.15	Dağyaka numunesinin 573°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	24
Şekil 4.16	Dağyaka numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.....	25
Şekil 4.17	Büyükardıç numunesinin oda sıcaklığında (~300°K) bozunma eğrisi.	26
Şekil 4.18	Büyükardıç numunesinin 323°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	27
Şekil 4.19	Büyükardıç numunesinin 373°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	27
Şekil 4.20	Büyükardıç numunesinin 423°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	28
Şekil 4.21	Büyükardıç numunesinin 473°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	28
Şekil 4.22	Büyükardıç numunesinin 523°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	29
Şekil 4.23	Büyükardıç numunesinin 573°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtıldıktan sonra bozunma eğrisi.....	29
Şekil 4.24	Büyükardıç numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.....	30
Şekil 4.25	Oda sıcaklığında (~300°K) Marmara numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=1iken).....	31

Şekil		Sayfa
Şekil 4.26	Oda sıcaklığında ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Marmara numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=2iken).....	31
Şekil 4.27	Oda sıcaklığında ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Dağyaka numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=1iken).....	32
Şekil 4.28	Oda sıcaklığında ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Dağyaka numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=2iken).....	32
Şekil 4.29	Oda sıcaklığında ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Büyükardıç numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=1iken).....	33
Şekil 4.30	Oda sıcaklığında ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Büyükardıç numunesi için P parametresi tayini grafiği (P=2iken).....	33
Şekil 4.31	Oda sıcaklığındaki ($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Marmara numunesi için P parametresinin tayini.....	34
Şekil 4.32	323°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	35
Şekil 4.33	373°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	35
Şekil 4.34	423°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	36
Şekil 4.35	473°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	36
Şekil 4.36	523°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	37
Şekil 4.37	573°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Marmara numunesi için P parametresi grafiği.....	37
Şekil 4.38	Oda sıcaklığındaki($\sim 300^{\circ}\text{K}$) Dağyaka numunesi için P parametresi tayini grafiği.....	38
Şekil 4.39	323°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	39
Şekil 4.40	373°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	39

Şekil		Sayfa
Şekil 4.41	423° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	40
Şekil 4.42	473° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	40
Şekil 4.43	523° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	41
Şekil 4.44	573° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Dağyaka numunesi için P parametresi grafiği.....	41
Şekil 4.45	Oda sıcaklığındaki (~300°K) Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	42
Şekil 4.46	323° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	43
Şekil 4.47	373° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	43
Şekil 4.48	423° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	44
Şekil 4.49	473° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	44
Şekil 4.50	523° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	45
Şekil 4.51	573° K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılmış Büyükardıç numunesi için P parametresi grafiği.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

A°

$1A^\circ = 10^{-10}m$

^{40}K

Potasyum

P

Olasılık Faktörü

^{232}Th

Toryum

^{238}U

Uranyum

Kısaltmalar

Açıklama

HT

Yüksek eşik değeri

IR

Infrared

IRSL

Infrared uyarmalı lüminesans

L

Lüminesans merkezi

LED

Işık yayan diyot

OSL

Optik uyarmalı lüminesans

PM

Fotoçoğaltıcı tüp

R

Yeniden birleşim merkezi

SARA

Tek tablet yeniden oluşturma ilave doz metodu

T

Tuzak merkezi

TL

Termolüminesans

1. GİRİŞ

Doğada var olan ^{40}K , ^{232}Th ve ^{238}U radyoizotopları, $4,5 \times 10^9$ yıl önce yoğunlaşmış kayalar ve minerallerde bulunurlar. Bu radyoizotoplar çevreye α , β , γ ışımaları yayımlarlar. Tabiatta doğal olarak bulunan ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U izotoplarının yayınladığı α , β ve γ ışımlarının varlıklarından dolayı bir numune toprak altında kaldığı andan itibaren radyasyonun etkisinde kalır [1]. Toprak altına gömülmüş numunenin soğurduğu radyasyon dozu, atomları uyararak normal atomik bölgelerdeki elektronların serbest kalmasına neden olur. Bant modeline göre, serbest kalan elektronlar yasak enerji aralığında tuzaklanırlar ve bu durum düzenli olması gereken atomik yapıda bozulmalara neden olur. Bu nedenle, tuzaklanan elektron sayısı numunenin maruz kaldığı radyasyon dozuyla, maruz kalınan radyasyon dozu da numunenin toprak altında kalma süresiyle doğru orantılıdır [2]. Bant modeline göre, radyasyon enerjisinin emilmesi elektron-deşik çiftlerinin yaratılması anlamına gelir. Enerjiyi saklama özelliği ise kristal kusurlarının varlığından kaynaklanmaktadır [3]. Bu kristal kusurları, ışıma süresi boyunca yaratılan elektronları ve deşikleri yakalayabilmektedir. Atomik yapıları bozulmuş olan atomlar veya moleküller tarafından foton salınımı gözlenmesi için, öncelikle atomların veya moleküllerin daha düşük enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine uyarılmaları gerekmektedir [4]. Eğer atom dışarıdan uyarılır da bu kristal kusurunun yakaladığı elektronun geldiği banda geri yayabilirse atom tarafından bir ışıma yapılır. Bu ışımaya lüminesans adı verilir. Tuzaklanan elektron sayısı numunenin maruz kaldığı radyasyon dozuyla doğru orantılı olduğu için lüminesans şiddeti de numunenin maruz kaldığı radyasyon dozuyla doğru orantılıdır [4]. Numunenin uyarılması termolüminesans (TL) ısı yoluyla, optik uyarmalı lüminesans (OSL) ise ışık yoluyla sağlanır.

Feldspatların infrared uyarmalı lüminesans (IRSL) ölçümleri, lüminesans tarihlendirme ve dozimetri araştırmalarının çoğunun konusudur. Optik uyarmalı lüminesans, jeolojik ve arkeolojik materyalleri tarihlendirme çalışmalarında, soğurulan radyasyon dozunun belirlenmesinde çok kullanılan bir metottur. Jeolojik ve arkeolojik numunelerin yaşını tayin etmek için sunulan OSL metodu ilk kez

Huntley ve arkadaşları tarafından 1985'te kullanılmıştır [5]. Amaç, numunenin maruz kaldığı radyasyon dozunu bularak numunenin toprak altına gömüldüğü tarihi bulmaktır. Bu süreçte jeolojik veya arkeolojik hedef örnek, şiddeti ve yayınladığı dalga boyu uygun değerde seçilmiş ışık kaynağına maruz kalır. Işık kaynağının yayınladığı ışığın etkisiyle jeolojik veya arkeolojik örnekten gelen uyarılmış lüminesans zamanın bir fonksiyonu olarak gösterilir. Bu işlemde numuneler uygun dalga boylu ve uygun şiddette ışık yayınlayan kararlı bir kaynağa maruz bırakılır. Daha sonra numuneden gelen uyarılmış lüminesans, uyarma zamanının bir fonksiyonu olarak gösterilir. Tüm bu uyarma süreçleri boyunca yayınlanan lüminesans sayımlarının toplamı, numunenin ışıkla irtibatının kesildiği tarihten beri soğurduğu radyasyon dozunun (ED) ölçüsüdür. Çevreden soğurabileceği radyasyon doz hızının varlığında numunenin yaşı tayin edilebilir. Lüminesans mekanizması kullanılarak tarihlendirme yapılırken; iyonlaştırıcı radyasyonla uyarma (RL), infrared ışıkla uyarma (IRSL), görünür bölge ışıklarıyla uyarma (OSL), ısı yoluyla uyarma (TL) işlemlerinden faydalanılır [4].

Lüminesans metotlarıyla yaş tayini yaparken güdülen temel amaç, numunenin toprak altına girdiği tarihten itibaren soğurduğu toplam radyasyon dozunu hesaplamaktır. Üzerinde çalışılan numunenin toprak altına girdiği andan sonra maruz kaldığı toplam radyasyon dozunu hesaplamada kullanılan başlıca metotlar şunlardır:

- a) Çok tablet ilave doz metodu
- b) Tek tablet ilave doz metodu
- c) Tek tablet yeniden oluşturma ilave doz metodu (SARA)
- d) Toplam arındırma metodu (Total Bleach)
- e) Tekrar oluşturma metodu (Regeneration)
- f) Kısmi arındırma metodu (Partially Bleach)

Radyasyon dozimetrisi, bir sistemin soğurduğu radyasyon dozunu veya eşdeğer dozu iyonize radyasyon miktarına bağlı olarak hesaplamamıza yarayan alettir. Dozimetrik miktarı ölçmek, dozimetri sistemleri kullanılarak toplam soğurulan dozu bulmaktır [9]. OSL üç dozimetri alanındaki uygulamalarda kullanılır. Bunlar:

1. Geriye dönük dozimetri (Retrospective Dosimetry)
2. Kişisel dozimetri (Personal Dosimetry)
3. Çevresel dozimetri (Environmental Dosimetry)

Geriye dönük dozimetri çalışmaları kullanılan tekniklerin aynı olduğu ancak içeriklerin farklı olduğu iki başlık altında incelenir ki bunlar, lüminesans tarihlendirme (Luminescence Dating) ve kaza dozimetridir (Accident Dosimetry). Lüminesans tarihlendirmede, belli bir çevreden alınmış olan numunenin toprak altında girdiği tarihten itibaren maruz kaldığı radyasyon dozunu bulmak temel amaçtır. Kaza dozimetri metodunda ise, bir radyasyon kazası ile çevreye verilen radyasyon dozunu bölgeden alınan numunelerden gelen lüminesans sinyallerini sayarak belirlemek temel amaçtır.

Termolüminesans kristal yapıdaki maddelerin içinde tuzaklanmış halde bulunan yükün ölçülmesi için kullanılan standart bir modeldir. Bu süreçte kristalin termal harekete geçirilmesi tuzaklanmış halde bulunan yükün kristalin çatlaklarından dışarı çıkmasına ve bu yükün, hemen akabinde etkinleştirilmiş lüminesans merkezleriyle meydana gelen yeniden birleşimleri foton biçimindeki enerji emisyonuna yol açacaktır. Kristalin uyarılması ışık yoluyla olmuşsa gözlenen lüminesans, optik olarak uyarılmış lüminesans (OSL) olarak bilinir. Eğer kristalin uyarılması için dalga boyu $880\pm 80\text{nm}$ olan kaynak kullanılırsa ölçülen lüminesans sinyali kızılötesi uyarımlı lüminesans (IRSL) denir [4].

OSL bozunma eğrileri basit tanımlamalarla açıklanamaz ve çoğunlukla (ortam değişkenleri, uyarılma şiddeti ve sıcaklık sabitken) tam exponansiyel değildir. Lüminesans sayımları önce hızla düşer ve sonra bu düşüşü uzun bir kuyruk takip eder. Ölçüm süresi ne kadar uzun olur ise oluşan bu kuyrukta o kadar uzun olur [12]. OSL' nin en önemli avantajı termal sönümün olduğu sıcaklıklarda bile lüminesans sayımı alınabilmesidir ve OSL metodu kullanılan çalışmalar genellikle oda sıcaklığında yapılır. Ancak OSL metodunda lüminesans sayım hızının sıcaklığın belirli değerlerine kadar arttığını belirleyen araştırmalar yapılmıştır. Yalnız OSL metodunun sıcaklık bağımlılığı tuzakların derin veya sık olması durumundan

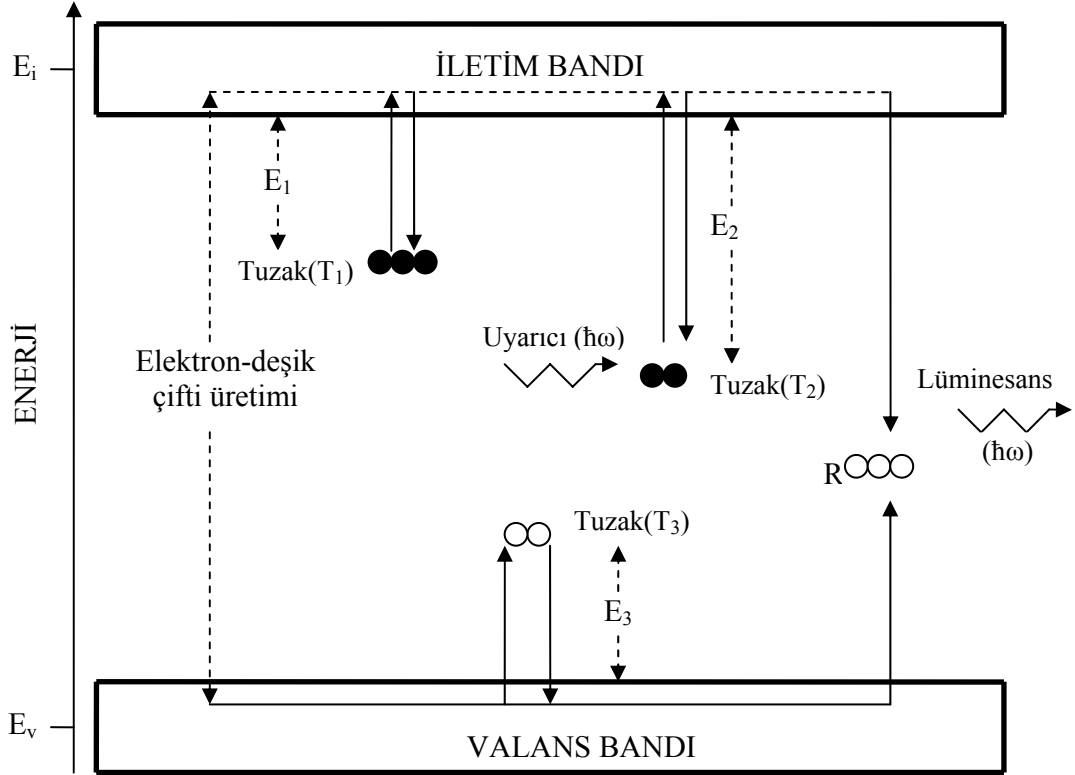
etkilenir. Hatta OSL lüminesans sayım hızı ile belirlenen eğrilerin karakteristikleri sığ tuzakların varlığı ile karmaşılaşır [13]. Buda bize ısıнын yükseltilmesiyle kişinin numunelerdeki IRSL sinyalinı etkileyebileceğini gösterir.

Feldspat örneklerinden, infrared uyarımlı lüminesans (IRSL) çalışmalarının ilk analizlerini Barlift ve Poolton [1991] tarafından yapılmıştır. Barlift ve Poolton [1991] mikroline, sanadin ve albite için bozunmanın $A/(1+Bt)^P$ yasasına uyduğunu ve $P=1$, A ve B katsayılarının da sabit olduğunu öne sürdüler. Rapora göre A, sıcaklığın exponansiyel fonksiyonudur. Oysa Hütt ve arkadaşları [1988] bozunmanın $A/(1+Bt)^P$ yasasına uyduğunu ve $P=2$ olduğunu ileri sürdüler. Bailiff ve Barnett [1994] potasyum feldspatlar üzerinde yaptıkları çalışmada bozunma için P'nin 1 ile 2 arasında değerler aldığını ileri sürdüler [13,26]. Feldspatların IRSL bozunma eğrilerinin biçimlerinin tuzaklardaki elektronların lokalize oldukları yerden etkilendiği düşünülür [13,16].

İnfrared uyarımlı lüminesans (IRSL) Hütt ve arkadaşları tarafından termo-optik bir süreç olarak tanımlanmıştır. Ancak ısıнын IRSL süreci üzerindeki etkisini açıkça göstermek için bir veri yayınlamamışlardır [6]. Spooner ve arkadaşları [1990] lüminesans sinyalinin sıcaklık bağımlılığı üzerine net bir yorum yaptılar ancak ortaya somut bir veri koyamadılar [6].

Bu tezin hazırlanması için Marmara denizinden çıkarılmış sediment örnekleri, Dağyaka / Ankara bölgesinden alınmış sediment örnekleri ve Büyükardıç / Erzurum bölgesinden alınmış arkeoloji örneği üzerinde çalışılmıştır. Bu arkeolojik ve jeolojik numunelerin infrared uyarımlı lüminesans eğrilerinin sıcaklık bağımlılığı incelenmiştir. Bunun için numunelerden alınan IRSL sayımlarına bağılı bozunma eğrileri çizilmiş, bu eğriler lüminesans mekanizmasının araştırılması amacı ile önerdiğimiz $Y=A+B\log(t)$ denkleminde fit edilmiş ve elde edilen sonuçların uygulanabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca bozunma eğrileri literatürde kullanılan $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde de fit edilerek P parametresi belirlenmiştir. Son olarak önerilen $Y=A/(1+Bt)^C$ denkleminin katsayıları hesaplanarak P parametresinin sıcaklık bağımlılığı araştırılmıştır.

2. KATILARDA BANT TEORİSİ VE LÜMİNESANS MEKANİZMASI

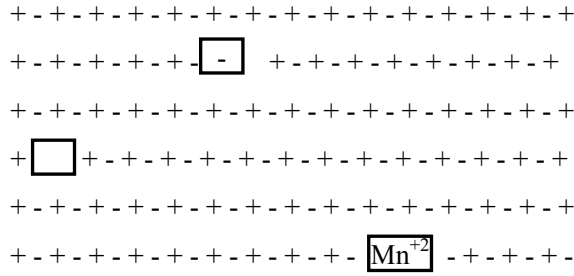


Şekil 2.1. Bant modeline göre lüminesans mekanizmasının enerji diyagramı [3].

Bant modeline göre, radyasyon enerjisinin emilmesi elektron-deşik çiftlerinin yaratılması anlamına gelir. Enerjiyi saklama özelliği kristal kusurlarının varlıklarından kaynaklanır ve bu kristal kusurları ışıma süreci esnasında yaratılan elektron ve deşikleri yakalayabilmektedir. Bir kristal kusuru bir yük taşıyıcısını yakalayıp geldiği banda onu tekrar yayabilirse bir tuzak merkezi olarak sıfırlanabilir. Elektron-deşik yeniden birleşimi ile sonuçlanan zıt işaret taşıyıcılarının yakalanabildiği kristal kusuru bir yeniden birleşim merkezi olarak sıfırlanabilir [3]. Şekil 2.1’de kristalin iyonize ışık yayımı esnasında elektron-deşik çiftleri, elektronların valans bandından iletim bandına doğru hareketlendirilmesi aracılığıyla yaratılmaktadır. Hareketlendirilmiş elektronlar kristalin içinde bir elektron tuzak merkezi (T_1 ve T_2) veya bir yeniden birleşim merkezi R tarafından yakalanana kadar serbestçe dolaşırlar. Valans bandında yaratılmış bir deşik ya bir deşik kapan merkezi (T_3) ya da yeniden birleşim merkezinin içinde yakalanır [3]. Bu yeniden birleşimlere

lümİnesans gibi foton emisyonu eşlik eder. Kısacası lümİnesans, İyonize radyasyona maruz kalmış ve bu radyasyonun enerjisini yapısındaki kusurlarda depolamış olan kristalin termal ve ya optik uyarılmasından kaynaklanır. Maruz kalınan radyasyon enerjisi, örgü kusurlarında tuzaklanan elektronlar olarak depolanır. Kristalin ısı ve ya ışık ile uyarılmasıyla tuzaklardaki yükler serbest kalarak lümİnesans merkezleriyle birleşirler ve böylece dışarıya lümİnesans sinyali salınır [3].

Kristal örgü yapısındaki kusurlar Şekil 2.2'deki gibi bir modelle açıklanabilir [1].



Şekil 2. 2. Kristal örgü yapısındaki kusurlar.

Kristal örgü yapısındaki kusurlar, kristalin çok yüksek sıcaklık derecelerinden hızla soğumasından kaynaklanır. Bir kristalde Şekil 2.2'de gösterildiği gibi pozitif ve negatif iyonlarla safsızlık atomlarından (Mn⁺² ve Ag⁺² gibi) kaynaklanan üç temel kusur vardır [4]. Bu kusurların özellikleri kısaca şöyledir.

1. Olması gereken yerden başka yerde bulunan negatif iyon, negatif iyon boşluğu olarak tanımlanır ve bir elektron tuzağı gibi davranır.
2. Elektron bulunması gereken yerden başka bir yere geçtiğinde ardında bir deşik bırakır. Bu deşikler pozitif yük taşıyıcıları olarak adlandırılırlar.
3. Mn⁺² ve Ag⁺² gibi safsızlıklardan kaynaklanan özel tip kusurlara “Lümİnesans merkezi” denir.

Kristalin ısıtılmasıyla sıkıştırılmış elektronlar ve deşikler termal olarak iletim veya valans bandının içinde serbest bırakılabilir. Böylece ışıyabilen yeniden birleşim

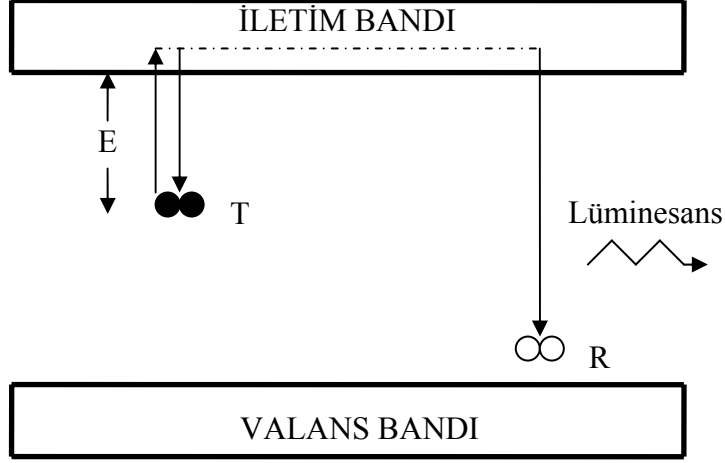
merkezine doğru geçiş yapabilirler. Bu süreç sonunda yayınlanan lüminesans sinyaline “Termal uyarımlı lüminesans” ve ya kısaca TL denir [3]. Kristal uygun dalga boylu dış ışığa maruz bırakıldığında, tuzaklanmış elektronlar tuzak merkezinden ışıyabilen bir yeniden birleşim merkezine doğru geçiş yapabilirler. Bu süreç sonunda yayınlanan lüminesans sinyaline “Optik uyarmalı lüminesans” ve ya kısaca OSL denir. Eğer kristalin maruz kaldığı dış ışık infrared bölgede ise bu süreç sonunda yayınlanan lüminesans sinyaline “infrared uyarımlı lüminesans” ve ya kısaca IRSL denir [3]. Kısacası lüminesans sinyali, tuzaklardaki elektronların veya pozitif boşlukların kristalin ısıtılması ya da ışınlanması sonucunda serbest kalmasıyla oluşur. Kristal ısıtılarak lüminesans sinyali elde edilirse buna TL, kristal ışınlanarak lüminesans sinyali elde edilirse buna OSL denir.

OSL metotları çoğunlukla geleneksel TL metotlarına göre daha avantajlıdır. Bu avantajlardan bazıları şunlardır [8,15].

1. En önemli avantajı, numuneleri sıcaklıkla uyarmak zorunda olmadan optik uyarma ile lüminesans okuma olayının gerçekleşmesidir.
2. Termal sönmenin meydana geldiği daha düşük sıcaklıklarda lüminesans sinyalinin okunması için TL teknikleri yerine OSL teknikleri kullanılır. Böylece lüminesans sinyali okuma hassasiyetinde önemli bir artış sağlanır.
3. Bazı durumlarda OSL metoduyla lüminesans sinyali okunurken tuzakların hepsinin uyarılmasına gerek kalmaz. Dolayısıyla okunan lüminesans sinyali dışındaki daha sonraki uyarmalarda okunabilir. Bu da doz doğruluğunu kontrol ederken avantaj sağlar.
4. OSL metodunda sıcaklıkla uyarmak zorunda olunmaması plastik dozimetrimlerin kullanımına izin verir.

İlk kez Randall ve Wilkins ısı uyarımlı lüminesansı (TL) kullanarak bant modeline göre iki temel tuzak tanımlamışlardır. Bu tanımlama, sistemin fiziksel parametreleri

ve TL eğrisi için bir yol ortaya koymuştur. Randall ve Wilkins'ın çizimleri Şekil 2.3'deki gibidir. Model göz önüne alındığında iletim bandı, tek tip elektron tuzağı T ile aktivasyon enerjisi E ve tek tip ışık yayan yeniden birleşim merkezi R Şekil 2.3 deki gibidir.



Şekil 2.3. Bant modelinin iki temel seviyesi [3].

Randall ve Wilkins' in açıklamalarına göre, içinde elektron tuzaklanmış olan tuzak merkezleri (T) ısıyla uyarıldığında elektronlar tuzak merkezinden iletim bandına doğru serbest kalırlar. Elektronun bir anda yeniden birleşim merkeziyle (R) birleşmesiyle foton salınımı gözlenir.

3. DENEYSEL İŞLEMLER

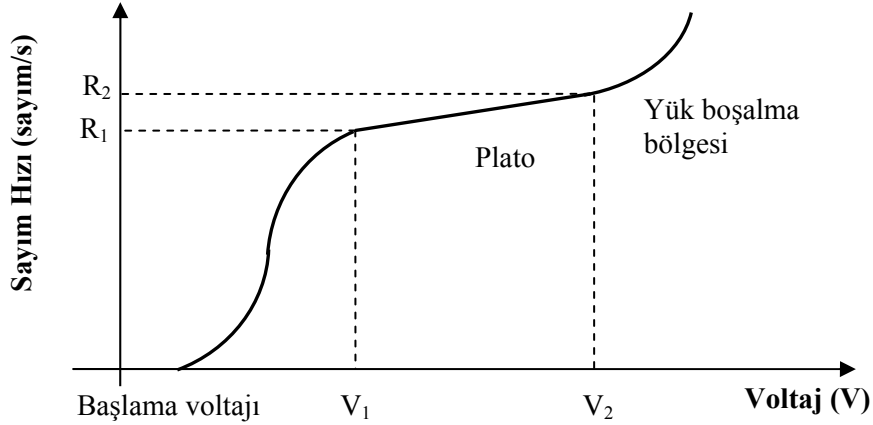
3.1. Deney Düzenegi

Deneyde kullanılan ölçme sistemi Optical Dating System 9010'dur. Temel lüminesans okuyucu, infrared bölgede ($880\pm 80\text{nm}$) ışık yayan LED modülüne bağlıdır. Tüm veriler 9010 otomatik okuyucu tarafından toplanır ve sistem 40mA 'de 30mW/cm^2 güç veren TEMT 484 IR diyotu kullanılır. Lüminesans Thorn EMI 9235 QA fotoçoğaltıcı tüp ile dedekte edilir. Marmara, Dağyaka / Ankara ve Büyükardıç / Erzurum örneklerinden yedişer tane olmak üzere toplam 21 tablet numune hazırlanmıştır. Marmara, Dağyaka / Ankara ve Büyükardıç / Erzurum numunelerinden 1.tabletler alınarak oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ\text{K}$) lüminesansları 100s'lik IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Daha sonra her bir örneğin 2.tableti $\sim 323^\circ\text{K}$, 3.tableti $\sim 373^\circ\text{K}$, 4.tableti $\sim 423^\circ\text{K}$, 5.tableti $\sim 473^\circ\text{K}$, 6.tableti $\sim 523^\circ\text{K}$, 7.tableti $\sim 573^\circ\text{K}$ sıcakta 5 dakika ısıtılıp 100s aralıklarla lüminesansları sayılıp IRSL bozunma eğrileri çizilmiştir.

3.2. OSL 9010 Sisteminin Kalibrasyonu

OSL 9010 sisteminde, lüminesans sayımlarının ölçülmesi için kullanılan fotoçoğaltıcının hassasiyeti sisteme uygulanan giriş voltajıyla orantılıdır. Sayıcıya uygulanan giriş voltajı arttırıldıkça sayıcının hassasiyeti artar. Fakat artan voltajla birlikte hem background sayımı (kozmetik ışınlar veya doğal radyoaktif cisimlerden gelen ışınlar nedeniyle alınan sayımlar) artar hem de sayıcının voltaj artışından kaynaklı zarar görme olasılığı artar. Ortaya çıkan bu sorunları ortadan kaldırmak için sayıcının en verimli çalıştığı bölge bulunmalıdır. Bu amaçla, fotoçoğaltıcı tüpün altına yerleştirilen kararlı bir ışık kaynağı ile sistem uygun çalışma aralığı bulunmak için kalibre edilir. Sayıcının karakteristik eğrisi Şekil 3.1'deki gibidir. Başlama voltajından itibaren voltaj az miktarda arttırıldığında sayım hızında hızlı bir artış görülür. Ancak öyle bir voltaja varılır ki, bundan sonraki voltaj artışları sayım hızında ciddi bir değişiklik göstermez. Bu voltaja eşik voltajı, sayım hızının neredeyse sabit kaldığı voltaj aralığına plato denir [10]. Sayıcı için alınan sayımlarla

elde edilen bu plato ne kadar geniş ise sayıcı o kadar iyidir. Çünkü plato voltajında sayım hızı, voltaj değişimlerinden etkilenmez. Daha yüksek voltaj değerlerine çıkıldıkça eğri dik olarak yükselmeye başlar. Bu bölgeye yük boşalma bölgesi denir ve sayıcı bu bölgede kesinlikle çalıştırılmaz [10].



Şekil 3.1. Sayıcının karakteristik eğrisi [1].

Plato nadir olarak düzdür ve genellikle voltaj artışı yönünde pozitif eğim gösterir. Platonun eğimi, giriş voltajının 100V değişmesine karşılık sayma miktarının yüzde değişmesi olarak ifade edilir [10]. V_1 voltajındaki sayım hızı R_1 , V_2 voltajındaki sayım hızı R_2 olmak üzere 100V başına yüzde eğim;

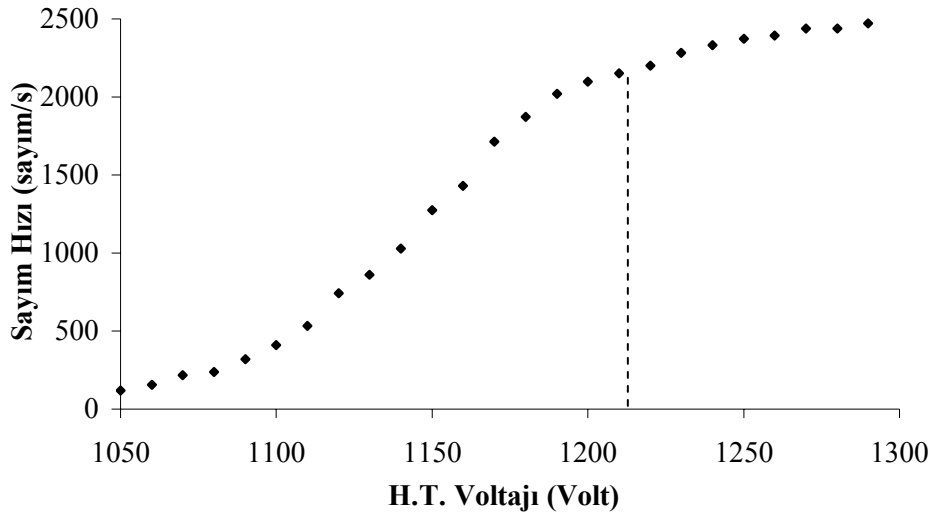
$$\frac{100 (R_2 - R_1) / R_1}{V_2 - V_1} \times 100$$

olur. İyi bir sayıcının eğimi, 100V için %10'u aşmamalıdır [10].

Fotoçoğaltıcı (PM) tüpün üst kısmında bulunan threshold (eşik değer) potansiyometresini $\sim 0.52V$ 'a ayarladık. Her ne kadarda Optical Dating System 9010'un kullanma kılavuzunda potansiyometrenin 2V ile 4V aralığında olması gerektiği belirtilse de çalışmalarımızda kontrol potansiyometresi $\sim 0.52V$ değerinde iken istenilen grafikler daha sağlıklı çıkmıştır. Sistem bu durumdayken HT voltajı (yüksek çalışma voltajı) 10V aralıklarla 1050V-1300V aralığında artırılarak her artırılıştan sonra 100s periyotla sayım değerleri alındı. Alınan bu sayımların HT

voltajına bağılı değişim grafiği kullanılarak da Optical Dating System 9010'un çalışma voltajı tayin edildi.

Sistemin doğru çalışmasını sağlamak amacıyla yaptığımız kalibrasyon işleminde HT voltajı için bulduğumuz değeri gösteren grafik şekil 3.2'de verilmiştir. Buradan bulunan değer ise 1210 Volt'tur.

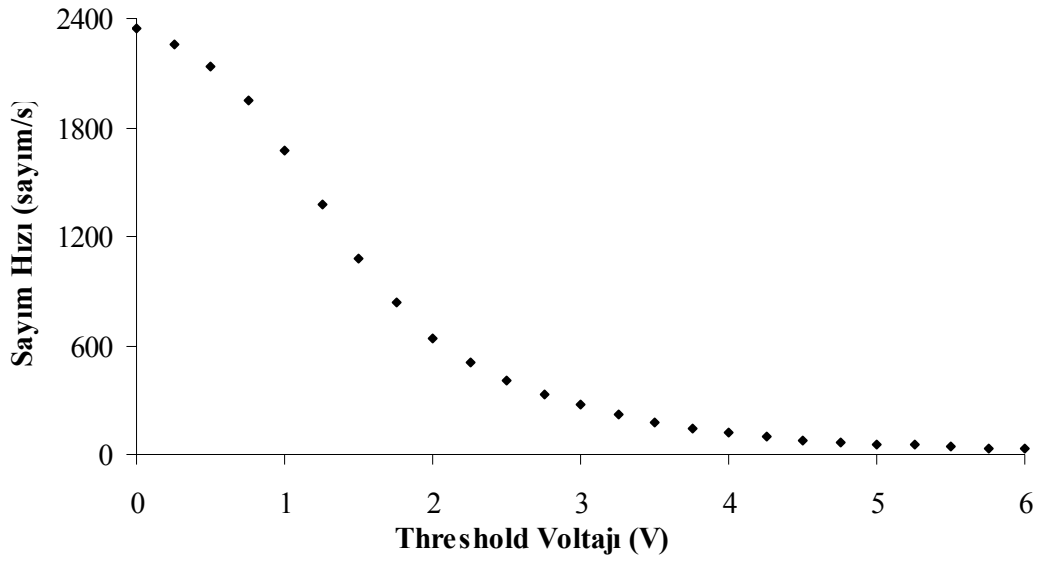


şekil 3.2. Eşik değer potansiyometresi ~ 0.52V değerindeyken HT voltajının tespitini sağlayan kalibrasyon eğrisi.

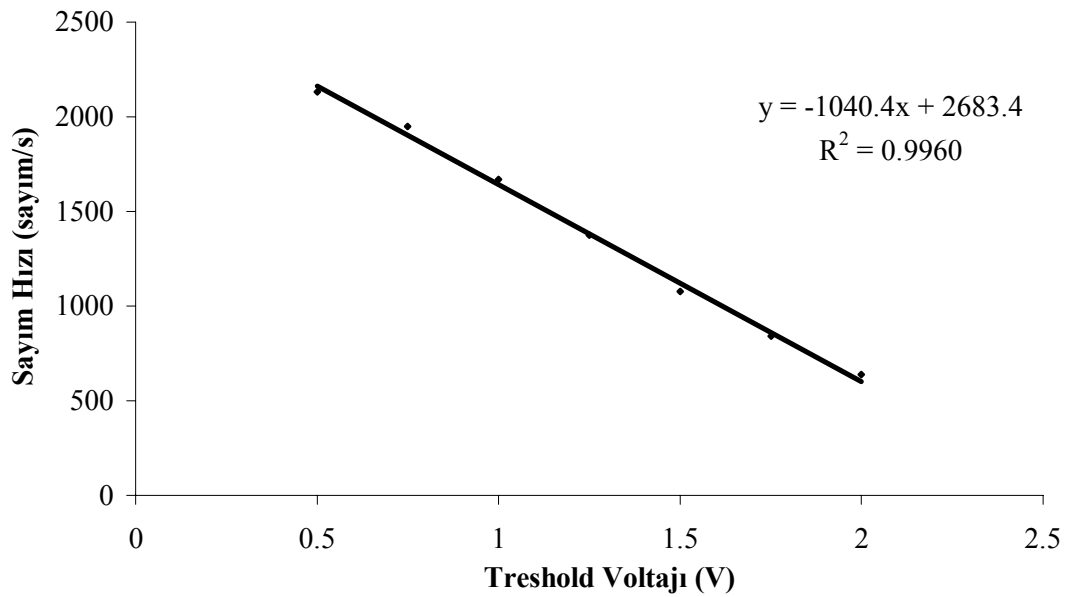
Sistemin yüksek çalışma voltajı tayin edildikten sonra ön yükselticinin de eşik değerinin ayarlanması gerekir. Ön yükseltici öyle ayarlanmalıdır ki lüminesans sayımlarını etkileyebilecek düşük seviyeli sayımlar okunmamalı buna karşın küçük ama gerçek sayımlar okunmalıdır. Bu amaçla fotoçoğaltıcı tüpün altına kararlı bir ışık kaynağı yerleştirildi ve HT voltajı 1210V değerine sabitlendi. Daha sonra threshold 0V - 6V aralığında 0.25V aralıklarla değiştirilerek her değişimden sonra 100s periyotlarla sayım değerleri alındı. Alınan sayımların threshold voltajına bağılı değişim grafiği kullanılarak Optical Dating System için threshold tayini yapıldı. Elde edilen grafikten eşik değer gerilimini bulmak için “%85 kuralı” uygulandı. Bu kurala göre, threshold-sayım grafiğinde eğimin en büyük olduğu yerden grafiğe teğet olan en uygun doğru çizilir. Doğrunun y-eksenini kestiği noktaya karşılık gelen değere “sayım şiddeti” denir. Sayım şiddeti değerinin %85'ine karşılık gelen değer

hesaplanarak bu sayım şiddetine karşılık gelen x-ekseni değeri bulunur. Bulunan bu x-ekseni değerine ise treshhold gerilimi veya eşik değeri gerilimi denir.

Sistemin doğru çalışmasını sağlamak amacıyla yaptığımız kalibrasyon işleminde son aşama olan threshold tayini için çizilen sayım hızı-threshold grafiği Şekil 3. 4'deki gibidir.



Şekil 3.3. %85 kuralı uygulanmadan önceki threshold-sayım eğrisi.



Şekil 3.4. Ön yükselticinin eşik değerini bulmak için %85 kuralı uygulanmış threshold-sayım kalibrasyon eğrisi.

%85 kuralına göre eşik değerin hesaplanması:

Kalibrasyon eğrisinin eğimi	:	$y = -1040.4x + 2683,4$
y-eksenini kestiği nokta	:	$x=0$ için $y = 2683,4$
y değerinin %85'i y' değerini verir	:	$y' = 2280,89$

Bulunan bu y' değeri denklemde yerine konulursa x değerine karşılık gelen x' değeri bulunur ve bu değer bize eşik değer gerilimini verir. Buna göre $x' = 0.39V$ elde edilir. Buda bize threshold değerinin $\sim 0.39V$ olduğunu gösterir.

3.3. Numunelerin Hazırlanması

Numuneler, Marmara denizinin dibinden çıkarılmış sediment örneği, Dağyaka / Ankara bölgesinden çıkarılan sediment örneği, Büyükardıç / Erzurum bölgesinden çıkarılmış arkeoloji örneği kullanılarak hazırlanmıştır. Dağyaka / Ankara örneğinin sediment olduğu, bu bölgeden daha önceleri çıkartılan deniz ürünü fosillerine dayanarak tahmin edilmiştir. Büyükardıç bölgesinden alınmış örnek, Erzurum'un Aşkale ilçesi Büyükardıç tepe ören yerindeki kazı çalışmaları esnasında çıkarılmıştır. Marmara denizinden çıkarılmış olan sedimentler ezildi ve sonra sırasıyla 60 μm , 45 μm , 30 μm boyutlarındaki eleklerden geçirildi. Dağyaka bölgesinden çıkarılan kaya örneğini ışık görmemiş yerinden yontuldu ve elde edilen parçalar ezilip sırasıyla 60 μm , 45 μm , 30 μm boyutlarındaki eleklerden geçirildi. Büyükardıç bölgesinden çıkarılmış arkeoloji örneğinin parçası ışık görmemiş yerinden yontuldu ve elde edilen parçalar ezilip sırasıyla 60 μm , 45 μm , 30 μm boyutlarındaki eleklerden geçirildi. Bu eleme işlemleri daha rahat lüminesans sayımı alabilmek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca numuneler hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmadığı gibi sedimentasyon da yapılmamıştır. Ezilip elenmiş numuneler her birinin yaklaşık kütlesi 0,1400g olan alüminyum diskler üzerine nujol yağı yardımıyla yapıştırılmıştır. Bu işlemlerle hazırlanan numuneler, büyüklüklerinin farklı olmasından dolayı oluşacak hataları gidermek amacıyla tekrar tartılmış ve kütleleri birbirine yaklaşık olarak eşit olan yedişer örnek hazırlanmıştır. Deneylerde kullanılan numunelerin kütleleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezin hazırlanması için Marmara denizinden çıkarılmış sediment örnekleri, Dağyaka / Ankara bölgesinden alınmış sediment örnekleri ve Büyükardıç / Erzurum bölgesinden alınmış arkeoloji örneği üzerinde çalışılmıştır. Bu arkeolojik ve jeolojik numunelerin infrared uyarımlı lüminesans eğrilerinin sıcaklık bağımlılığı incelenmiştir. Bunun için numunelerden alınan IRSL sayımlarına bağlı bozunma eğrileri çizilmiş, bu eğriler lüminesans mekanizmasının araştırılması amacı ile önerdiğimiz $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiş ve elde edilen sonuçların uygulanabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca bozunma eğrileri literatürde kullanılan $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemine de fit edilerek P parametresi belirlenmiştir. Son olarak önerilen $Y=A/(1+Bt)^C$ denkleminin katsayıları hesaplanarak P parametresinin sıcaklık bağımlılığı araştırılmıştır.

Her bölgeye ait numunelerden yedişer tane olmak üzere toplam 21 tablet hazırlanmıştır. Her bölgeye ait 1.tabletler oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ\text{K}$) sayılarak IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Daha sonra her bölgeye ait kalan altışar tablet sırasıyla 323°K , 373°K , 423°K , 473°K , 523°K , 573°K sıcaklıkta 5 dakika ısıtılıp, 100 saniye lüminesansları sayılıp IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Her sıcaklık için aynı bölgenin farklı tableti kullanılmıştır. Elde edilen IRSL sayım-zaman grafikleri, lüminesans mekanizmasının açıklanmasına yardımcı olmak amacıyla önerilen $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiştir. Fit edilen eğriler Şekil 4.1–Şekil4.24’de, bu eğrilerin denklem katsayıları (A, B, R^2) Çizelge 4.2 - Çizelge 4.4’de verilmiştir. Elde edilen eğriler önce hızlı bir azalma ve bunu takiben yavaş bir azalmaya bağlı uzun bir kuyruk içerdiği için tüm literatür bilgileriyle uyumludur. Ancak sıcaklık değişimi ile uygunluk katsayıları arasında bir bağımlılık ilişkisi kurulamadığı için lüminesans mekanizması için bir açıklama getirilememiştir.

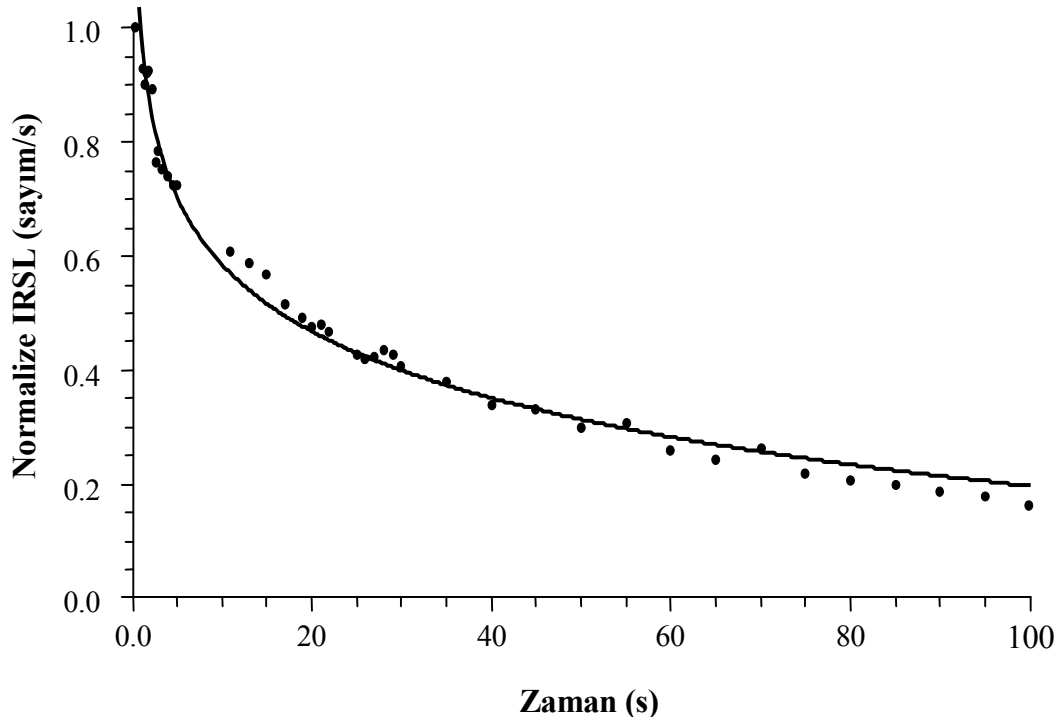
Barlift ve Poolton (1991) mikrolite, sanadin ve albite için bozunmanın $A/(1+Bt)^P$ yasasına uyduğunu ve $P=1$, A ve B katsayılarının da sabit olduğunu öne sürdüler. Rapora göre A, sıcaklığın exponansiyel fonksiyonudur. Oysa Hütt ve arkadaşları (1988) bozunmanın $A/(1+Bt)^P$ yasasına uyduğunu ve $P=2$ olduğunu ileri sürdüler.

Bailiff ve Barnett (1994) potasyum feldspatlar üzerinde yaptıkları çalışmada bozunma için P'nin 1 ile 2 arasında değerler aldığını ileri sürdüler [26]. Feldspatların IRSL bozunma eğrilerinin biçimlerinin tuzaklardaki elektronların lokalize oldukları yerden etkilendiği düşünülür [16]. OSL bozunma hızının sıcaklıkla arttığını gözleyen araştırmacılar vardır. Ancak genelde OSL'nin sıcaklık bağımlılığı derin olmayan tuzakların varlığı ile karmaşık hale gelmektedir. OSL uyarması oda sıcaklığında yapıldığında bozunma eğrisindeki uzun kuyruk genelde gözlenir. Bu durum luminesans salınımı esnasında sığ tuzaklarda yerleşmiş yüklerin etkisinden kaynaklandığına ve tuzak derinliği ve örnek sıcaklığı ile belirlenen hızla yavaşça salındıklarına inanılır. OSL bozunma işlemini yavaşlatan sığ tuzaklardır ve OSL bozunma eğrilerinin sıcaklıkla farklılık göstermesinin sebebi sığ tuzaklardan kaynaklanır [13]. Her bölgeye ait numunelerin 1.tabletleri için elde edilen IRSL sayım-zaman eğrileri literatürde kullanılan $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemine fit edilmiştir. Fit edilmiş bu eğriler Şekil 4.25- Şekil 4.30'da ve bu eğrilerin denklem katsayıları (A, B, R²) Çizelge 4.5'de verilmiştir.

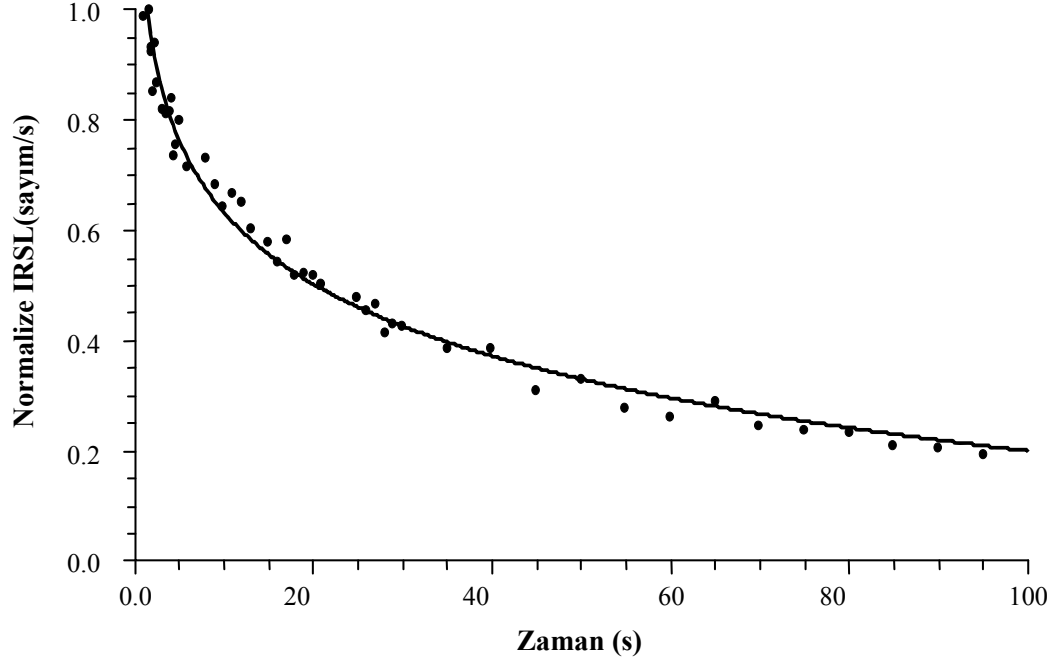
Ayrıca $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde kullanılan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL sinyalinin zamana bağlı değişim eğrileri kullanılmıştır. Elektronların lokalize olduğu yeri belirten P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL bozunma eğrileri $Y=A/(1+Bt)^C$ denklemine fit edilmiş ve denklem katsayıları A,B,C belirlenmiştir. Hesaplanan C katsayısının literatürde geçen P parametresinin yerine kullanılmasından dolayı C=P olduğu düşünülmüştür. Bu yolla her sıcaklık değeri için hesaplanmış olan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiği belirlenmiştir.

4.1. Marmara Numuneleri için DeneySEL Veriler ve Grafikler

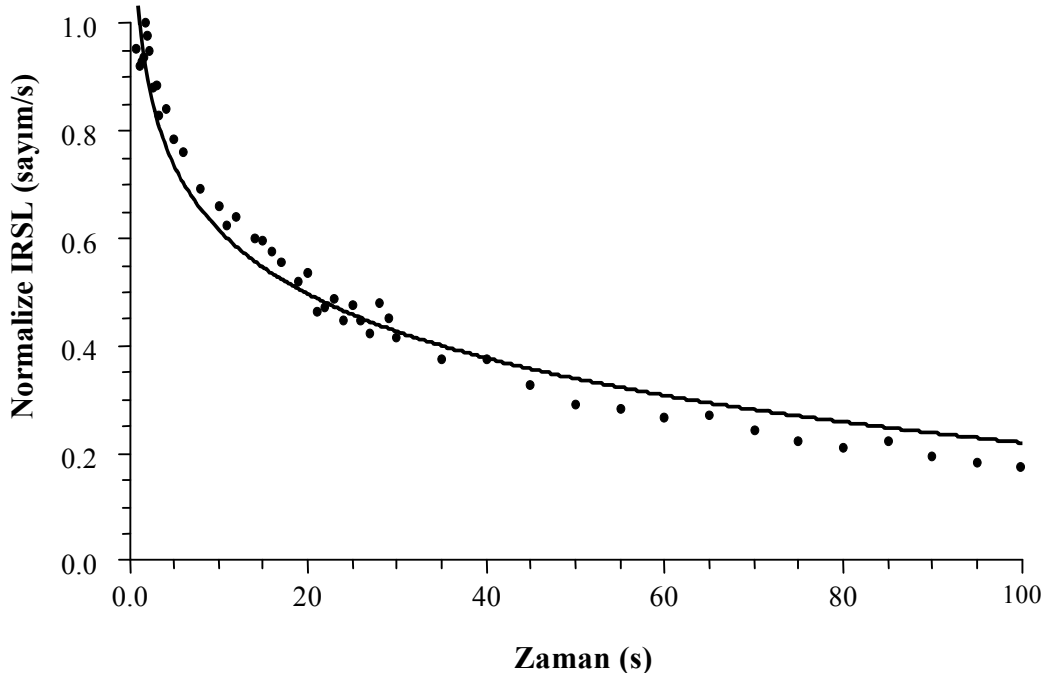
Marmara denizinden çıkarılmış, hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamış, ezilip elenmiş sediment örneklerinin 5 dakika fırında ısıtıldıktan sonra 100s süreyle lüminesans sinyalleri alınıp IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Her sıcaklık için aynı bölgenin farklı tableti kullanılmıştır. Elde edilen IRSL sayım-zaman grafikleri lüminesans mekanizmasının açıklanmasına yardımcı olmak amacıyla önerilen $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiştir. Fit edilen eğriler Şekil 4.1– Şekil 4.8’de, bu eğrilerin denklem katsayıları (A, B, R^2) Çizelge 4.2’de verilmiştir.



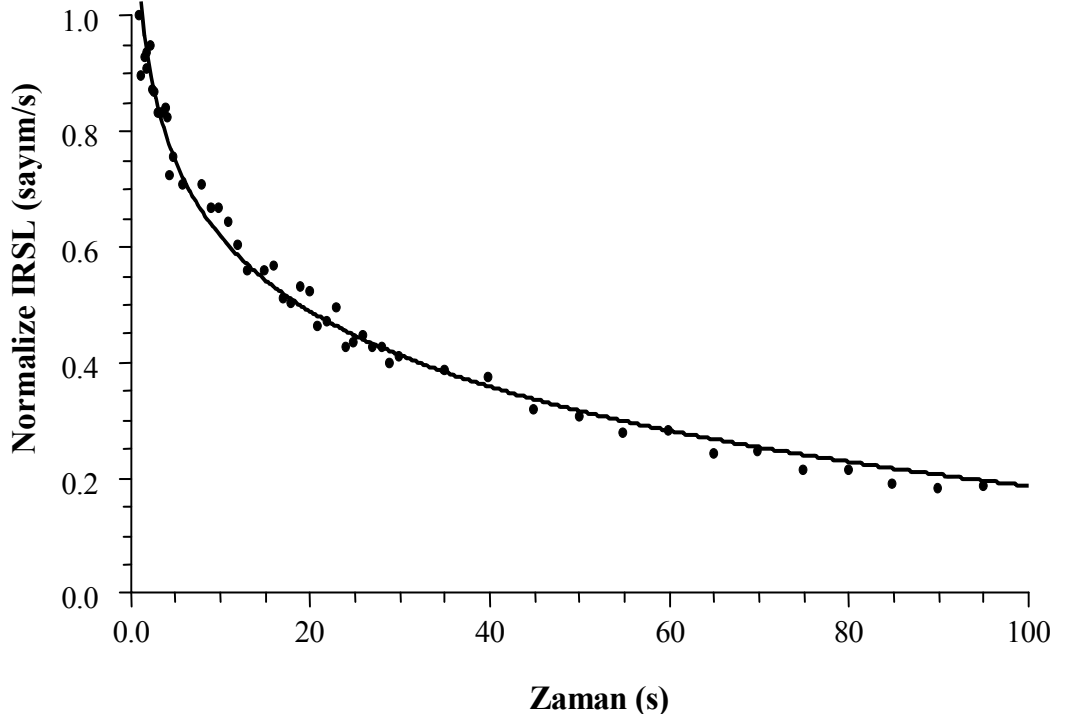
Şekil 4.1. Oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ\text{K}$) $A=0,9719$; $B=-0,1683$; $R^2= 0,9831$



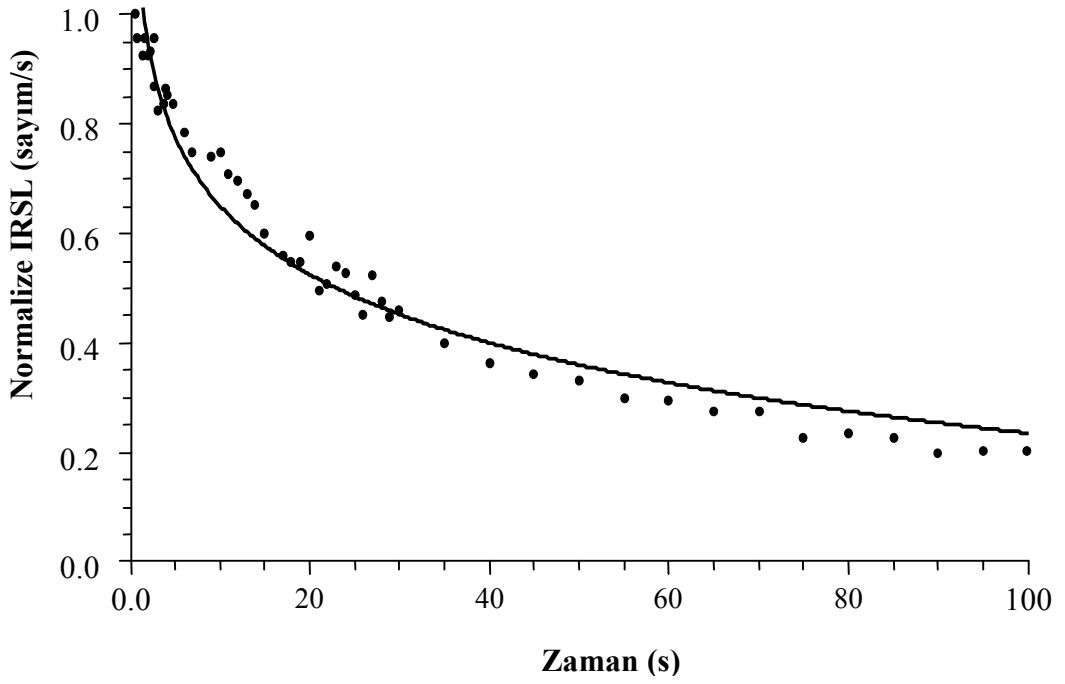
Şekil 4.2. 323° K sıcaklıkta $A=1,0668$; $B=-0,1881$; $R^2=0,9851$



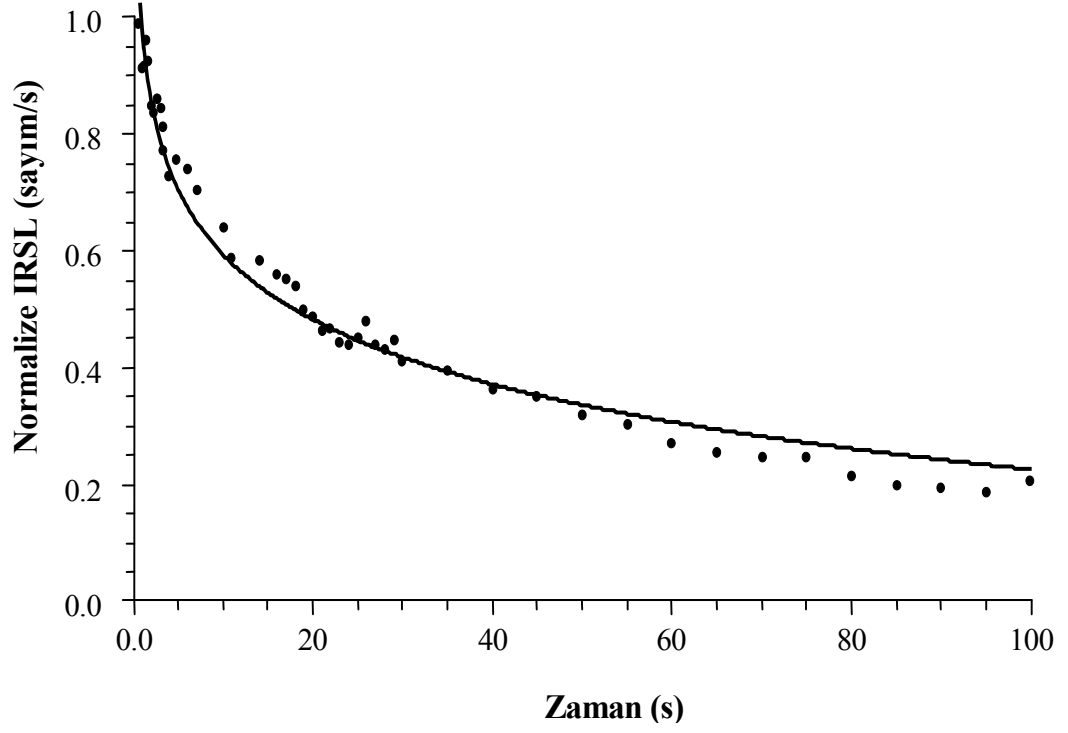
Şekil 4.3. 373° K sıcaklıkta $A=1,0102$; $B=-0,1716$; $R^2=0,9440$



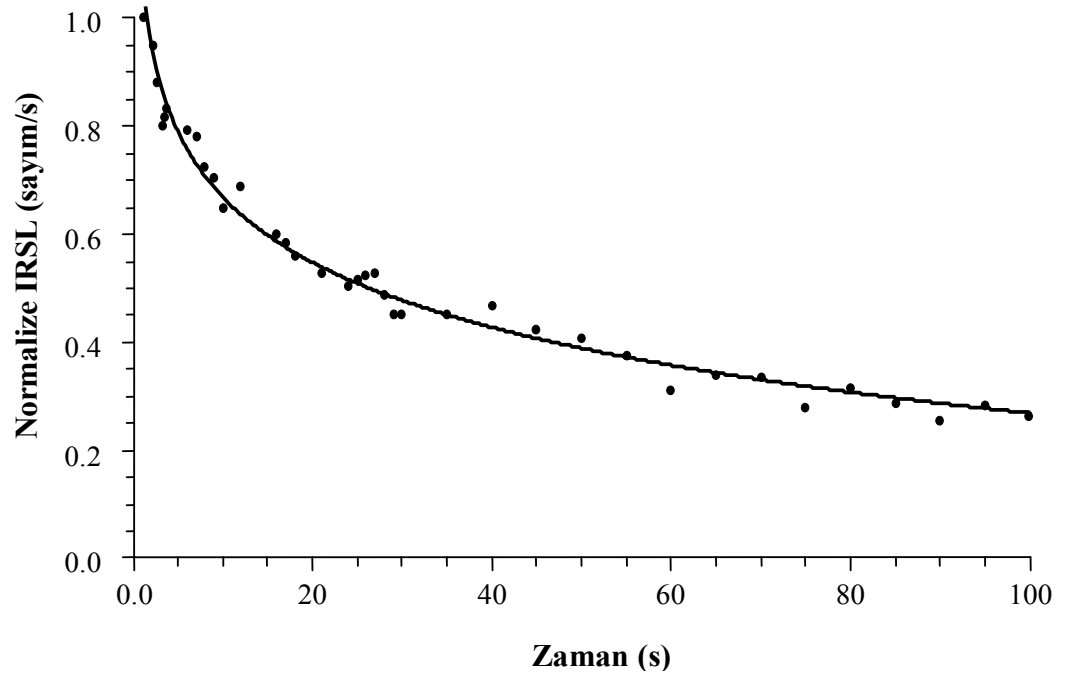
Şekil 4.4. 423° K sıcaklıkta $A=1,0531$; $B=-0,1882$; $R^2=0,9835$



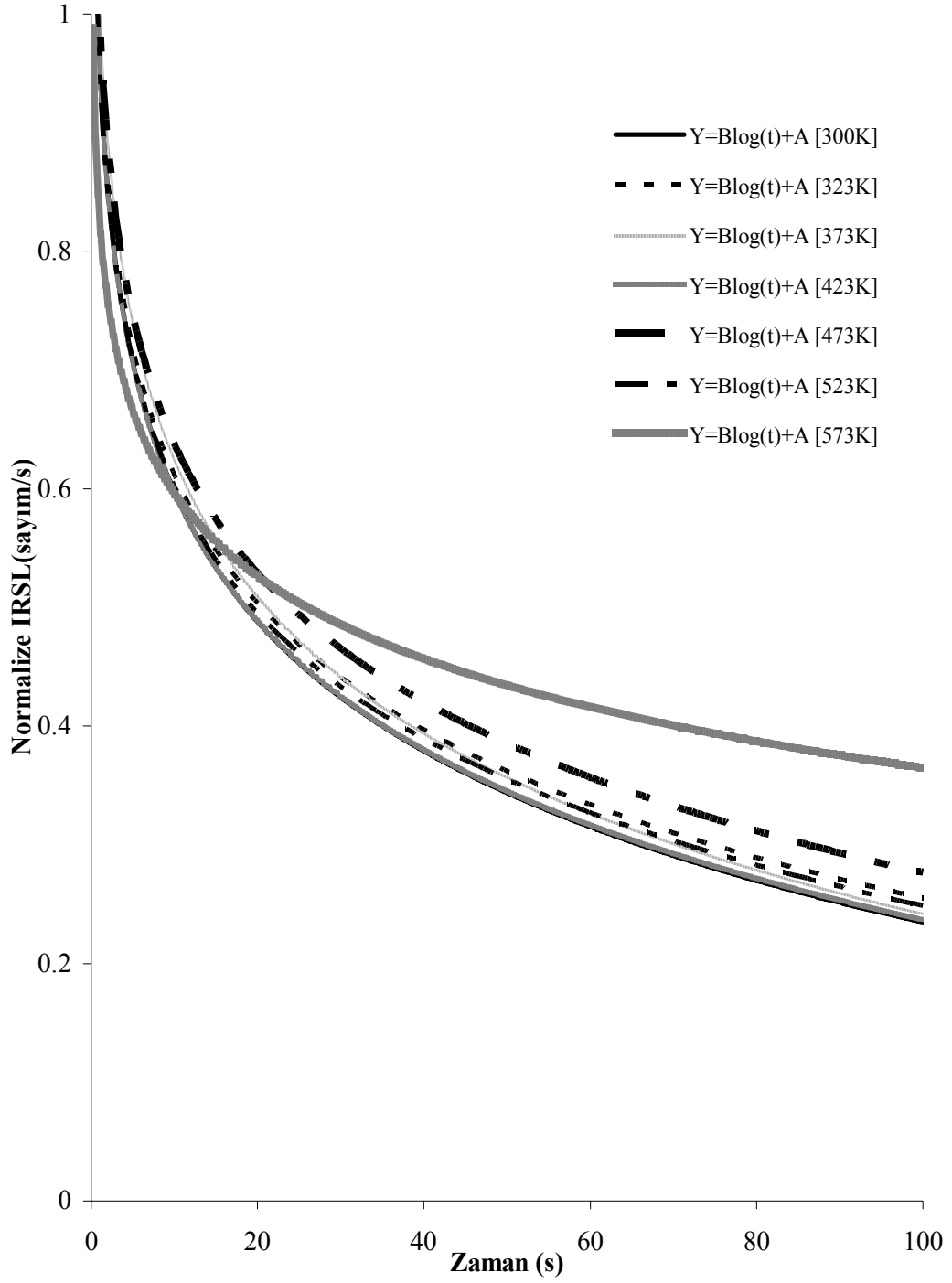
Şekil 4.5. 473° K sıcaklıkta $A=1,0647$; $B=-0,1801$; $R^2 = 0,9536$



Şekil 4.6. 523° K sıcaklıkta $A=0,9594$; $B=-0,1593$; $R^2 = 0,9643$



Şekil 4.7. 573° K sıcaklıkta $A=1,0655$; $B=-0,1729$; $R^2 = 0,9839$

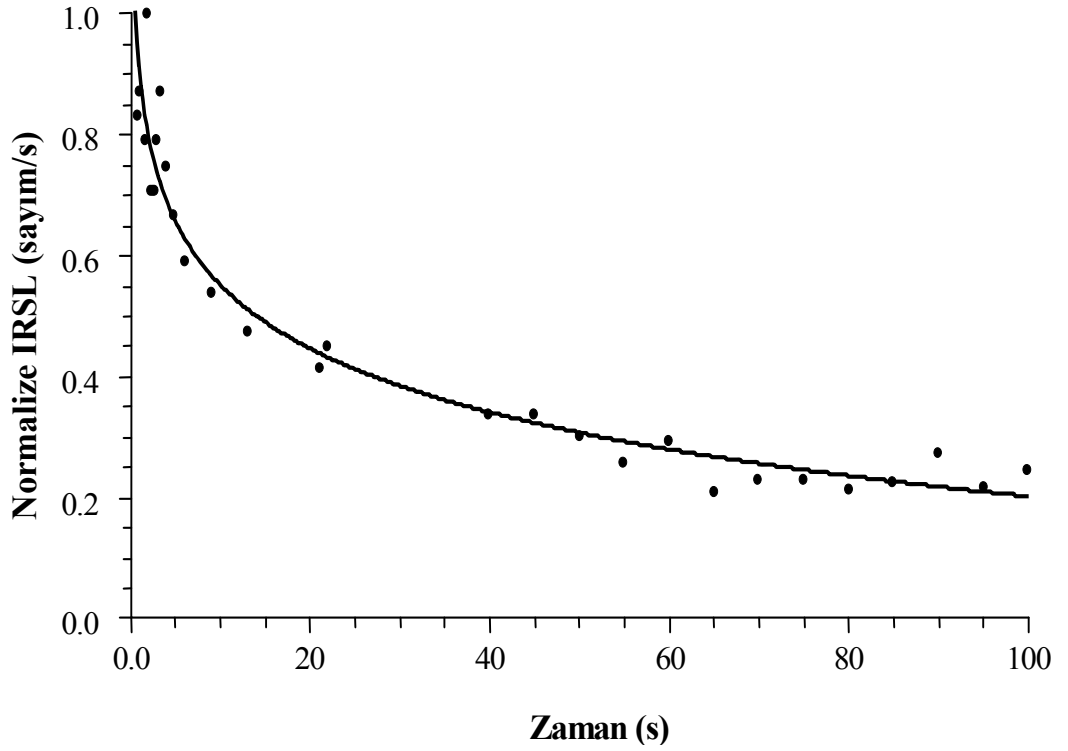


Şekil 4.8. Marmara numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.

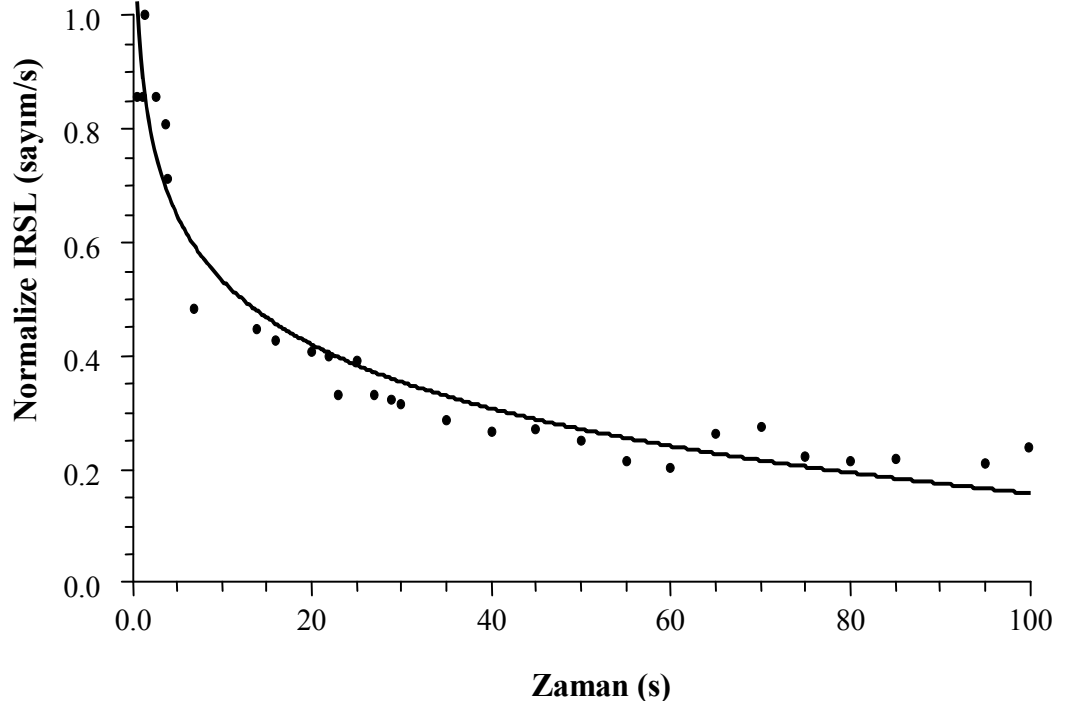
Elde edilen eğriler önce hızlı bir azalma ve bunu takiben yavaş bir azalmaya bağlı uzun bir kuyruk içerdiği için tüm literatür bilgileriyle uyumludur. Ancak sıcaklık değişimi ile uygunluk katsayıları arasında bir bağımlılık ilişkisi kurulamadığı için lüminesans mekanizması için bir açıklama getirilememiştir.

4.2. Dağyaka / Ankara Numuneleri İçin Deneysel Veriler ve Grafikler

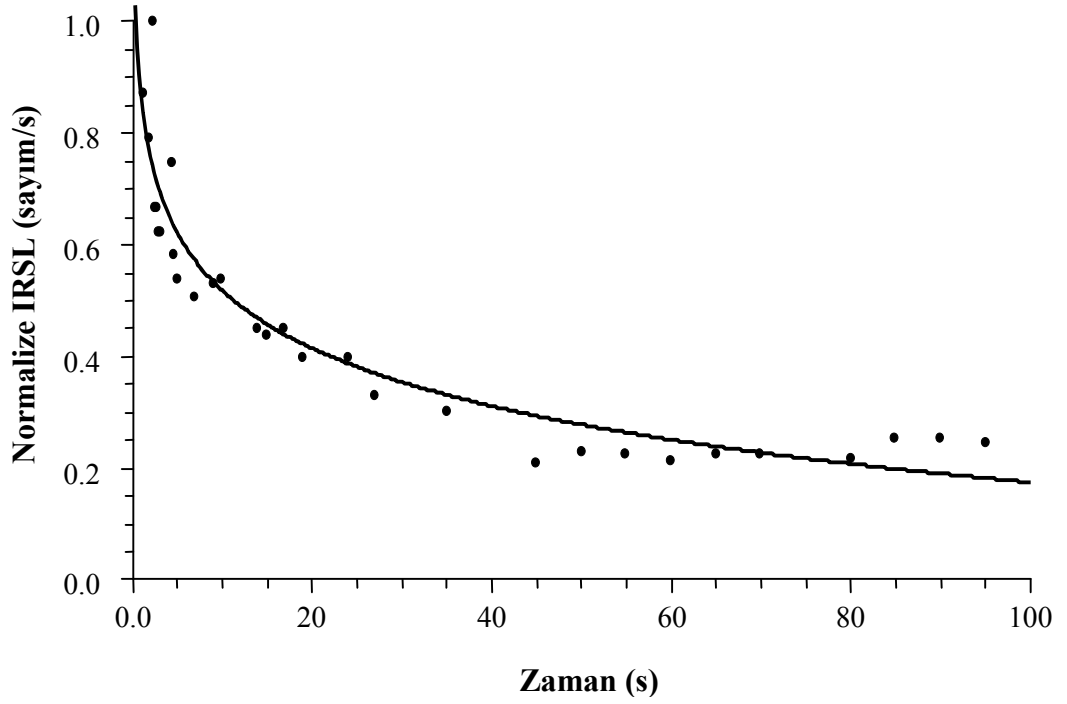
Dağyaka / Ankara bölgesinden çıkarılmış, hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamış, ezilip elenmiş sediment örneklerinin 5 dakika fırında ısıtıldıktan sonra 100s süreyle lüminesans sinyalleri alınıp IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Her sıcaklık için aynı bölgenin farklı tableti kullanılmıştır. Elde edilen IRSL sayım-zaman grafikleri lüminesans mekanizmasının açıklanmasına yardımcı olmak amacıyla önerilen $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiştir. Fit edilen eğriler Şekil 4.9 – Şekil 4.16’da, bu eğrilerin denklem katsayıları (A, B, R^2) Çizelge 4.3’de verilmiştir.



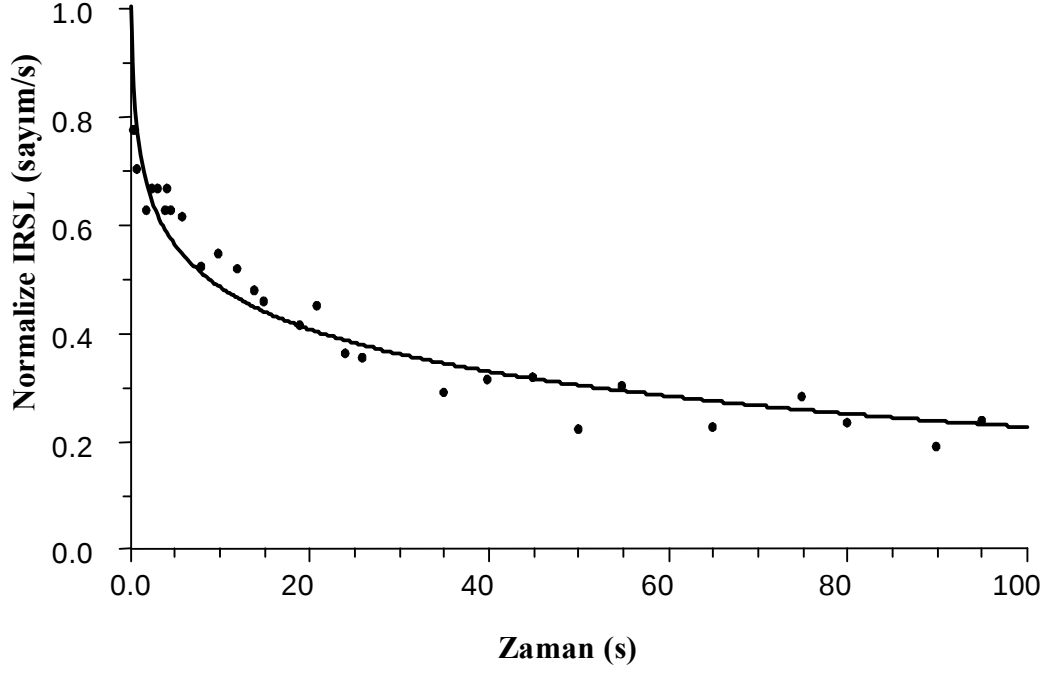
Şekil 4.9.Oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ \text{ K}$) $A=0,9022$; $B=-0,1519$; $R^2=0,9427$



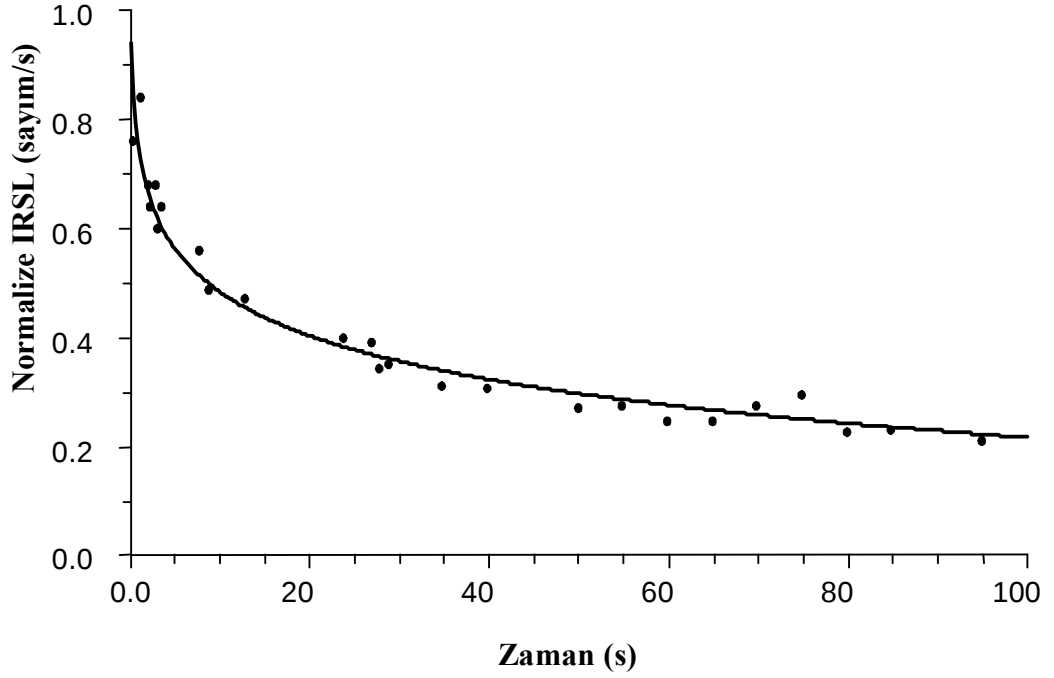
Şekil 4.10. 323° K sıcaklıkta $A=0,9087$; $B=-0,1631$; $R^2=0,9310$



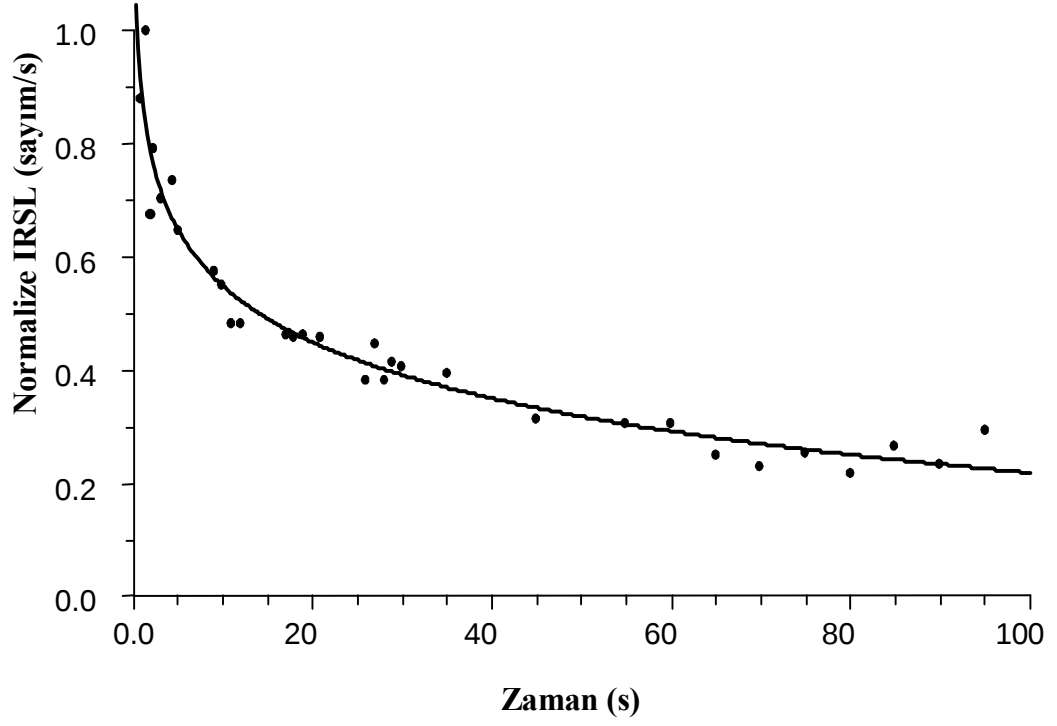
Şekil 4.11. 373° K sıcaklıkta $A=0,8635$; $B=-0,1496$; $R^2=0,9023$



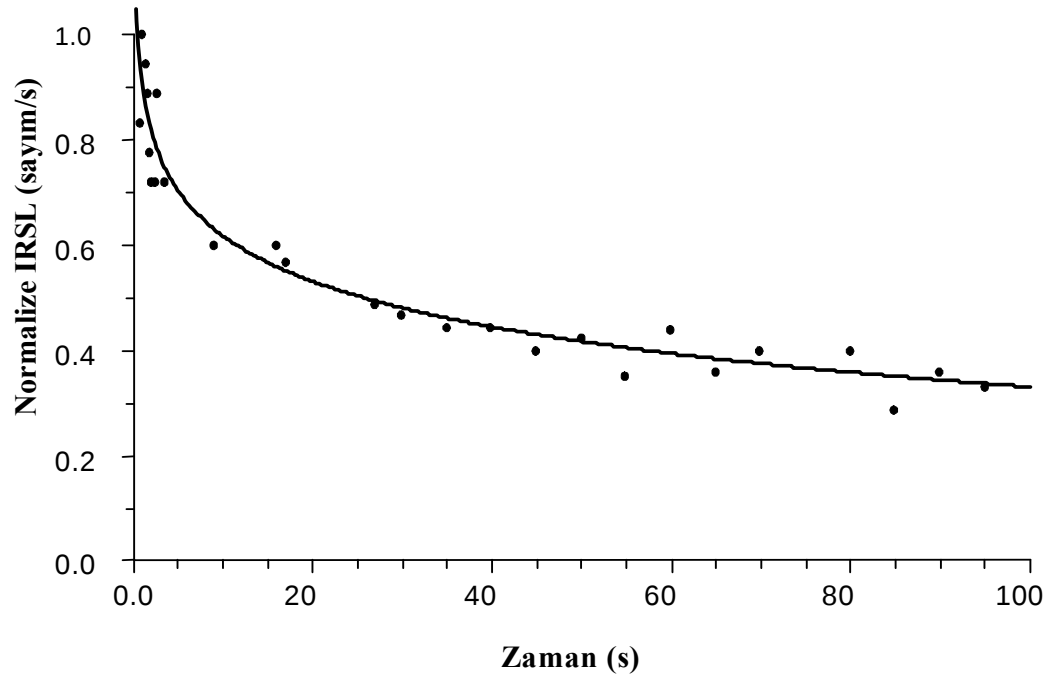
Şekil 4.12. 373° K sıcaklıkta $A=0,7463$; $B=-0,1129$; $R^2=0,9477$



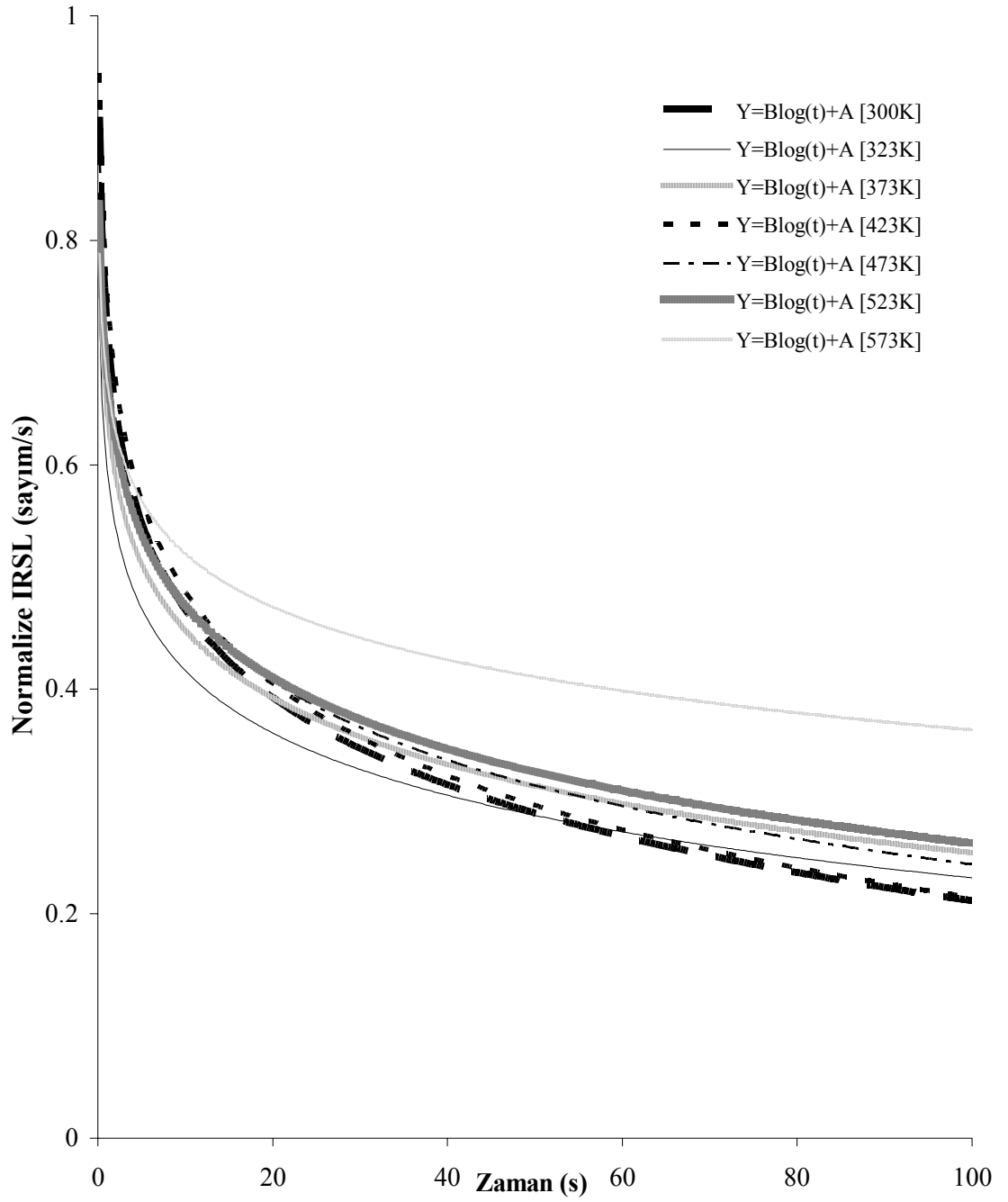
Şekil 4.13. 473° C sıcaklıkta $A=0,7530$; $B=-0,1163$; $R^2=0,9596$



Şekil 4.14. 523° K sıcaklıkta $A=0,8805$; $B=-0,1436$; $R^2=0,9454$



Şekil 4.15. 573° K sıcaklıkta $A=0,9061$; $B=-0,1248$; $R^2=0,9392$

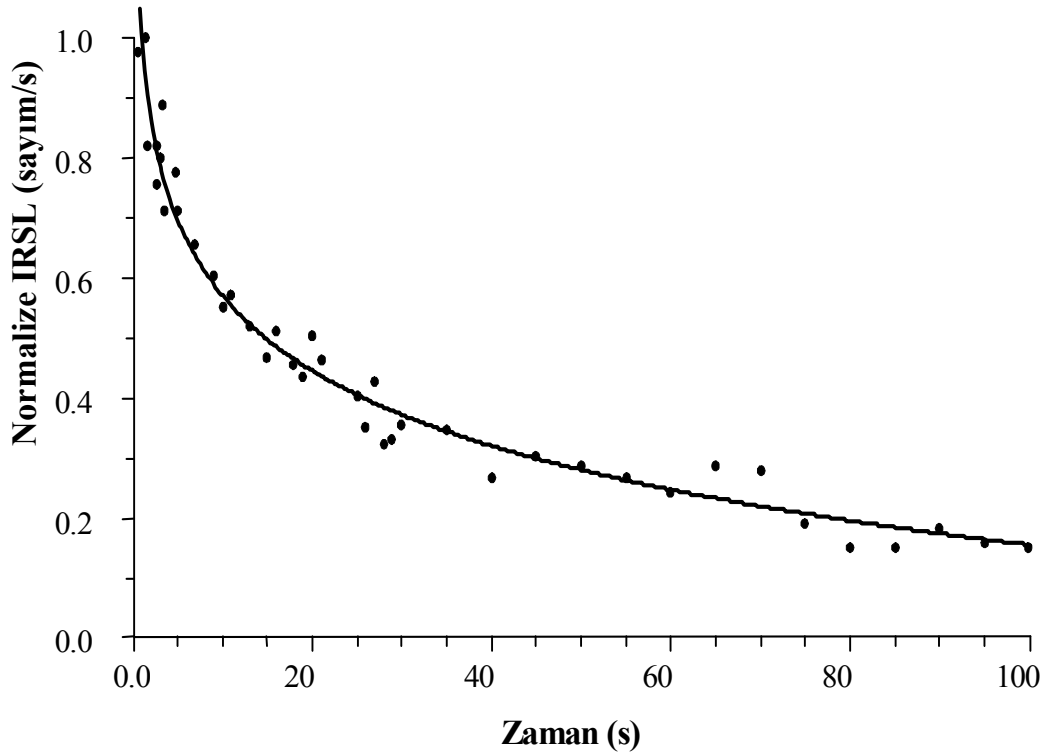


Şekil 4.16. Dağyaka numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.

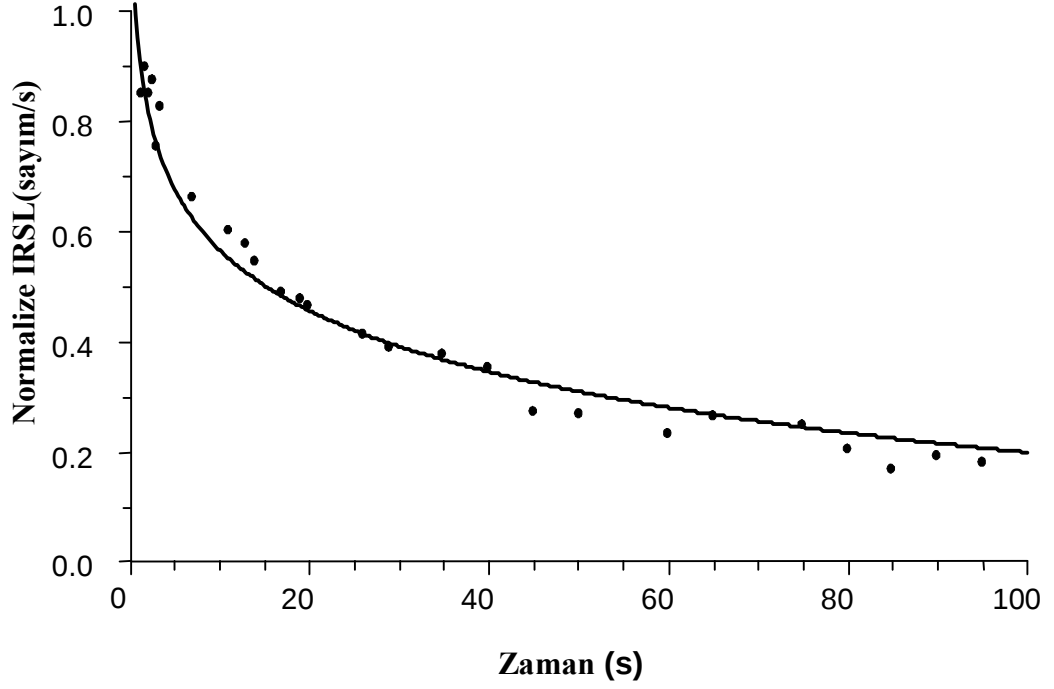
Elde edilen eğriler önce hızlı bir azalma ve bunu takiben yavaş bir azalmaya bağlı uzun bir kuyruk içerdiği için tüm literatür bilgileriyle uyumludur. Ancak sıcaklık değişimi ile uygunluk katsayıları arasında bir bağımlılık ilişkisi kurulamadığı için lüminesans mekanizması için bir açıklama getirilememiştir.

4.3. Büyükardıç / Erzurum Numuneleri için Deneysel Veriler ve Grafikler

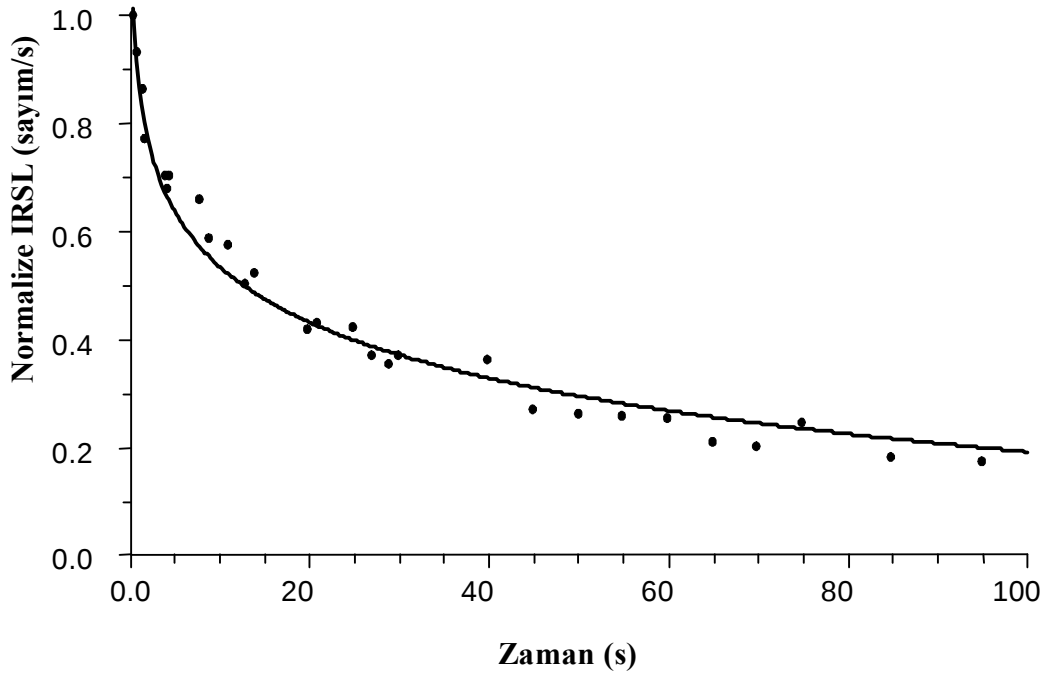
Büyükardıç / Erzurum bölgesinde yapılan kazı çalışmaları sonucunda çıkarılmış, hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamış, ezilip elenmiş arkeoloji örneklerinin 5 dakika fırında ısıtıldıktan sonra 100s süreyle lüminesans sinyalleri alınıp IRSL bozunma eğrileri elde edilmiştir. Her sıcaklık için aynı bölgenin farklı tableti kullanılmıştır. Elde edilen IRSL sayım-zaman grafikleri lüminesans mekanizmasının açıklanmasına yardımcı olmak amacıyla önerilen $Y=A+B\log(t)$ denklemine fit edilmiştir. Fit edilen eğriler Şekil 4.17– Şekil 4.24’de, bu eğrilerin denklem katsayıları (A, B, R^2) Çizelge 4.4’de verilmiştir.



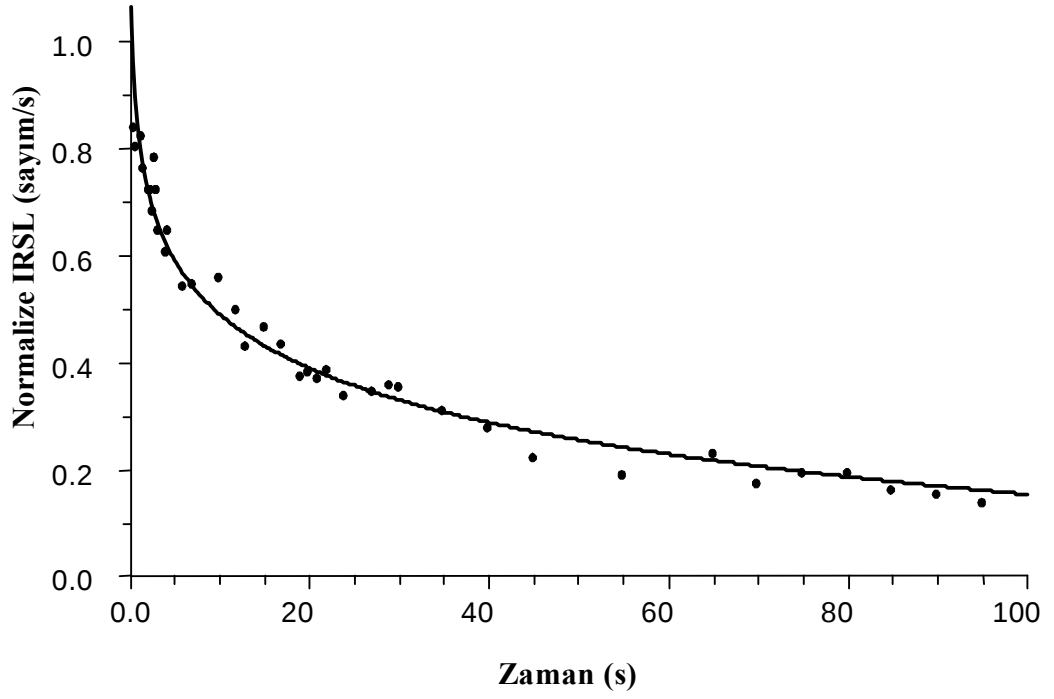
Şekil 4.17. Oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ \text{ K}$) $A=0,9851$; $B=-0,1802$; $R^2=0,9671$



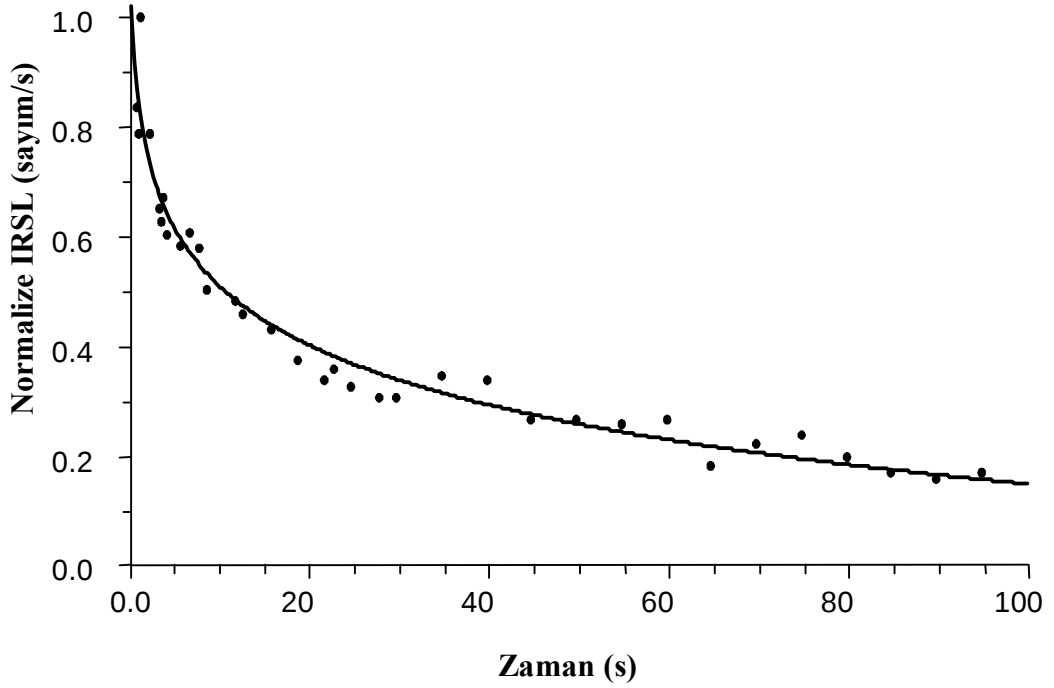
Şekil 4.18. 323° K sıcaklıkta $A=0,9381$; $B=-0,1604$; $R^2=0,9778$



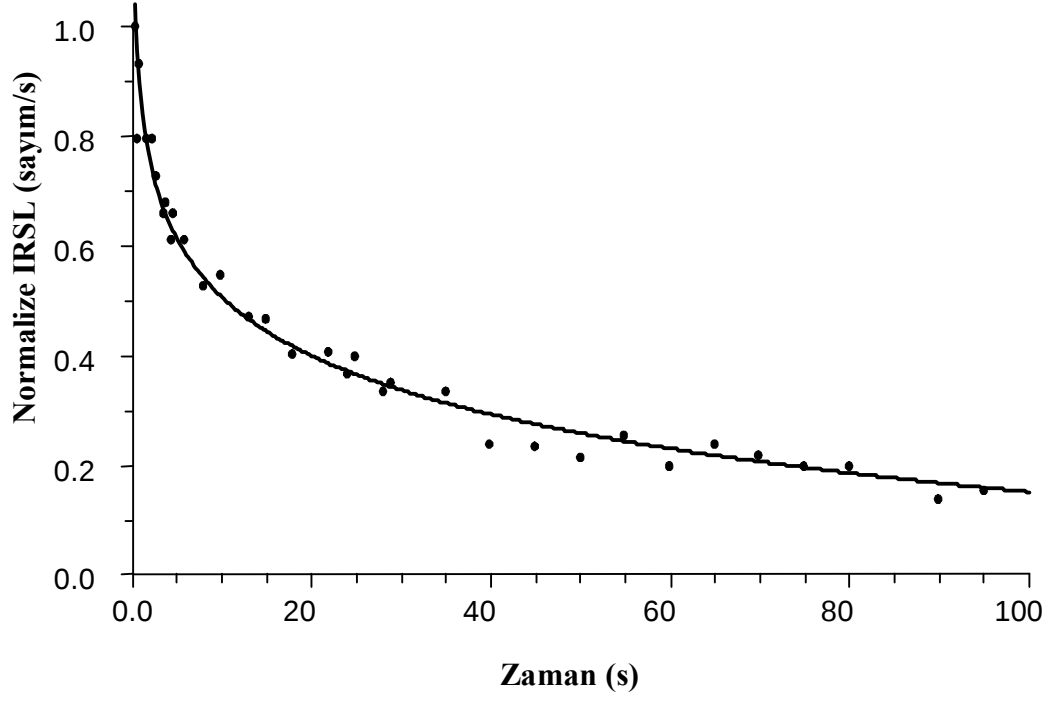
Şekil 4.19. 373° K sıcaklıkta $A=0,8810$, $B=-0,1495$; $R^2=0,9545$



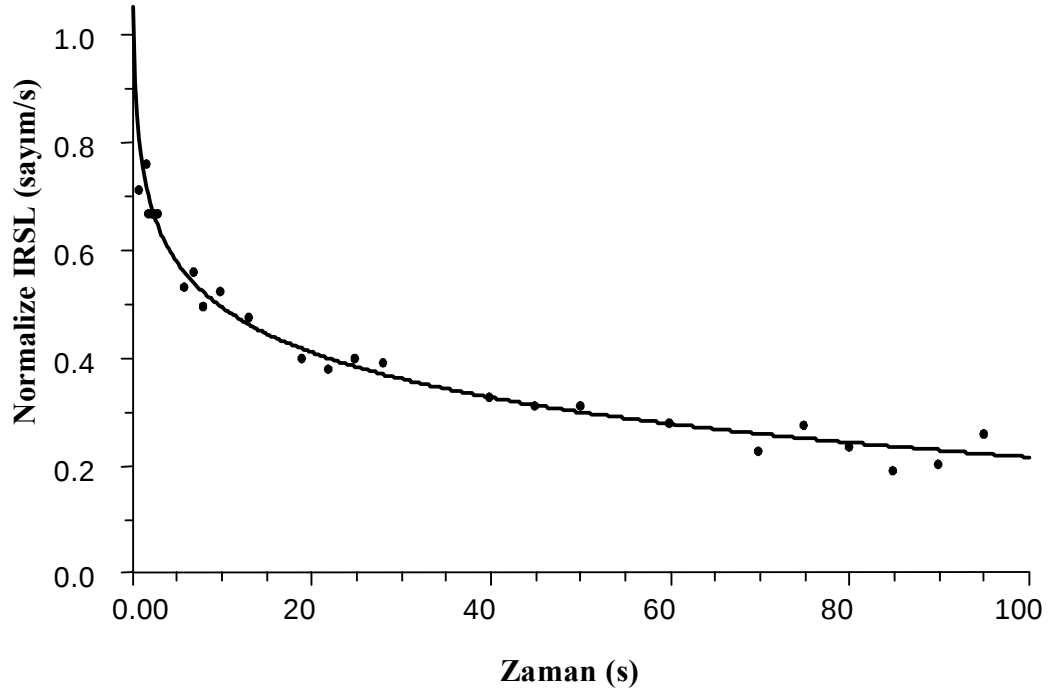
Şekil 4.20. 423° K sıcaklıkta $A=0,8304$; $B=-0,1467$; $R^2=0,9777$



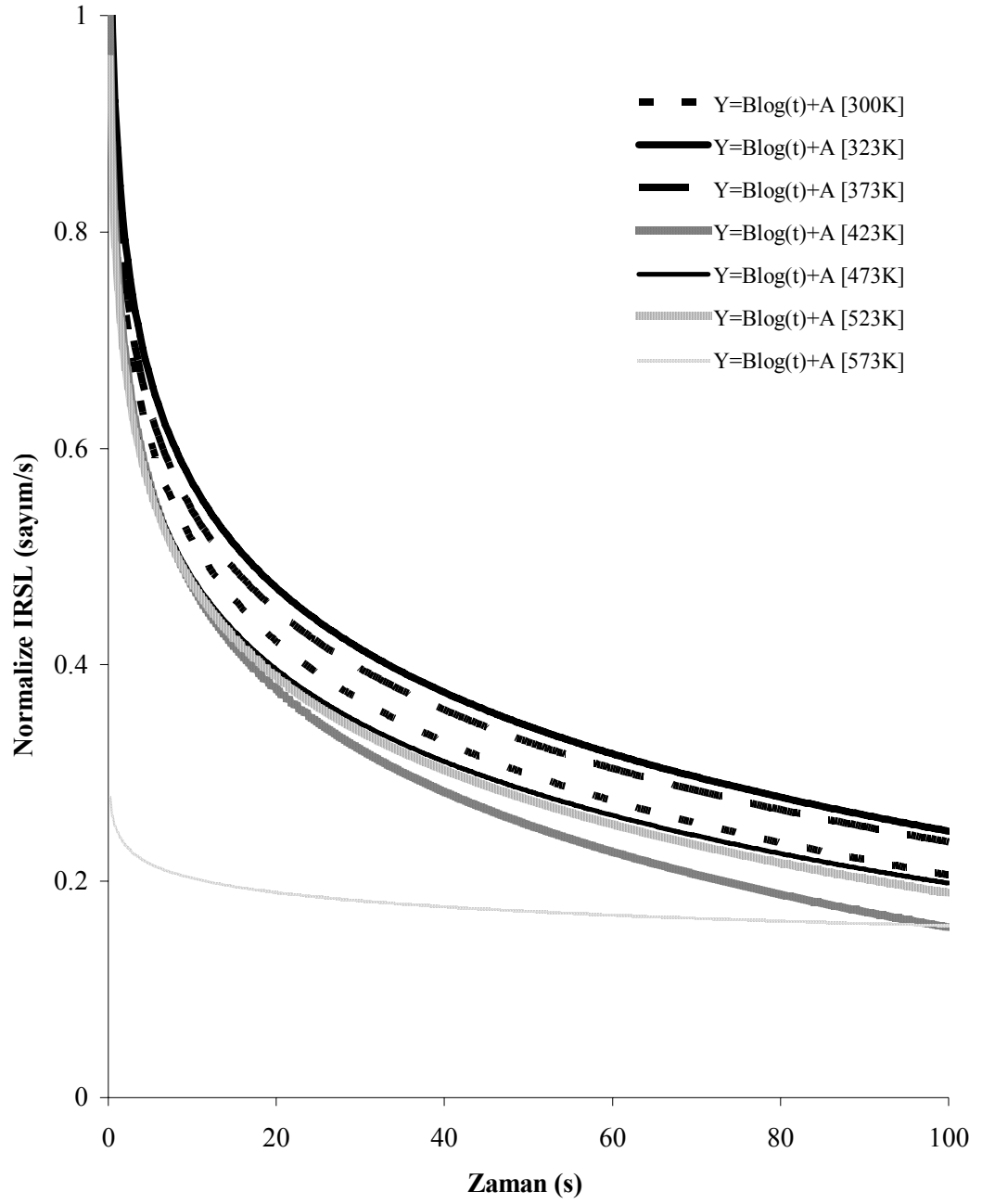
Şekil 4.21. 473° K sıcaklıkta $A=0,8786$; $B=-0,1582$; $R^2=0,9624$



Şekil 4.22. 523° K sıcaklıkta $A=0,8630$; $B=-0,1544$; $R^2=0,9771$



Şekil 4.23. 573° K sıcaklıkta $A=0,7737$; $B=-0,1211$; $R^2=0,9803$

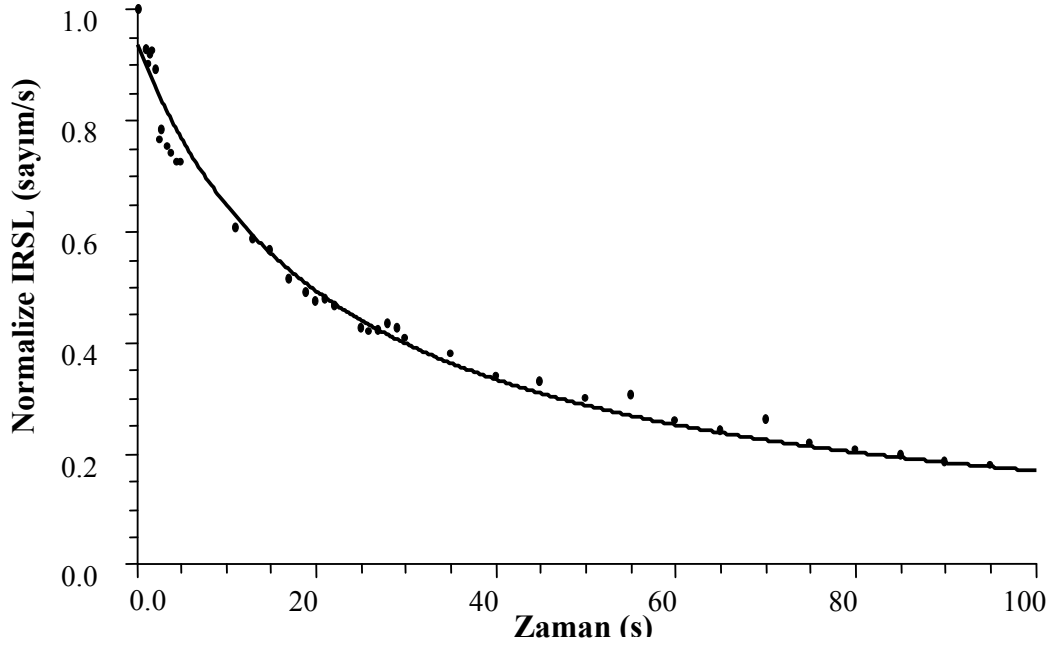


Şekil 4.24. Büyükardıç numuneleri için deneyde kullanılan sıcaklık değerlerindeki bozunma eğrileri.

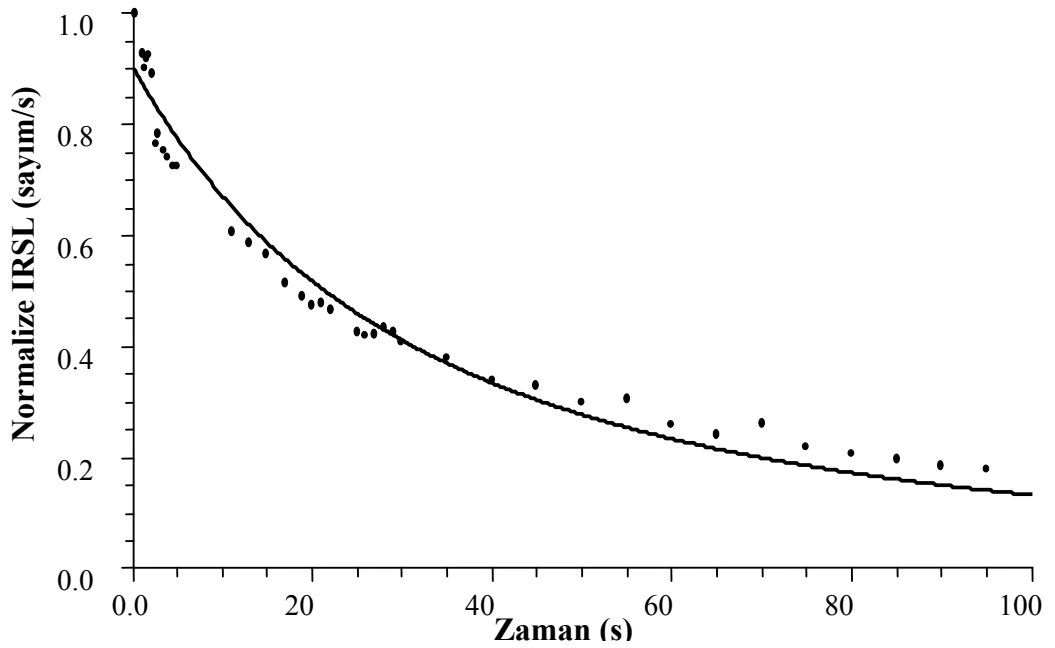
Elde edilen eğriler önce hızlı bir azalma ve bunu takiben yavaş bir azalmaya bağlı uzun bir kuyruk içerdiği için tüm literatür bilgileriyle uyumludur. Ancak sıcaklık değişimi ile uygunluk katsayıları arasında bir bağımlılık ilişkisi kurulamadığı için lüminesans mekanizması için bir açıklama getirilememiştir.

4.4. P Parametresinin Tayini

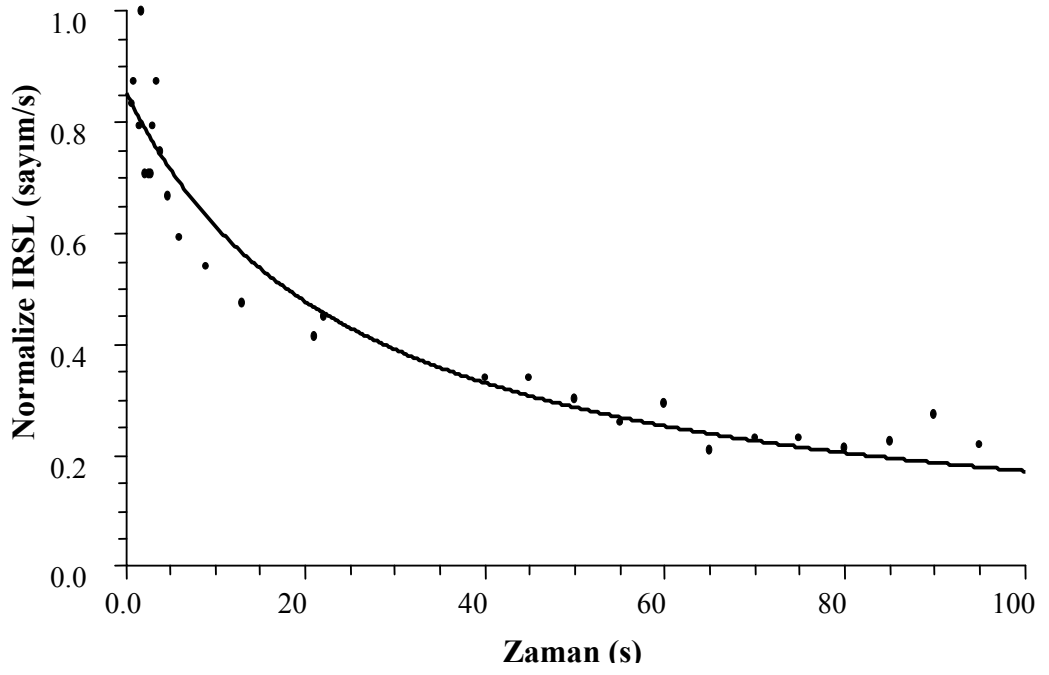
Oda sıcaklığındaki Marmara, Dağyaka, Büyükardıç numunelerinin $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemine fit edilen IRSL bozunma eğrileri Şekil 4.25 – Şekil 4.30’da ve denklem katsayıları (A, B, R^2) Çizelge 4.5’de verilmiştir.



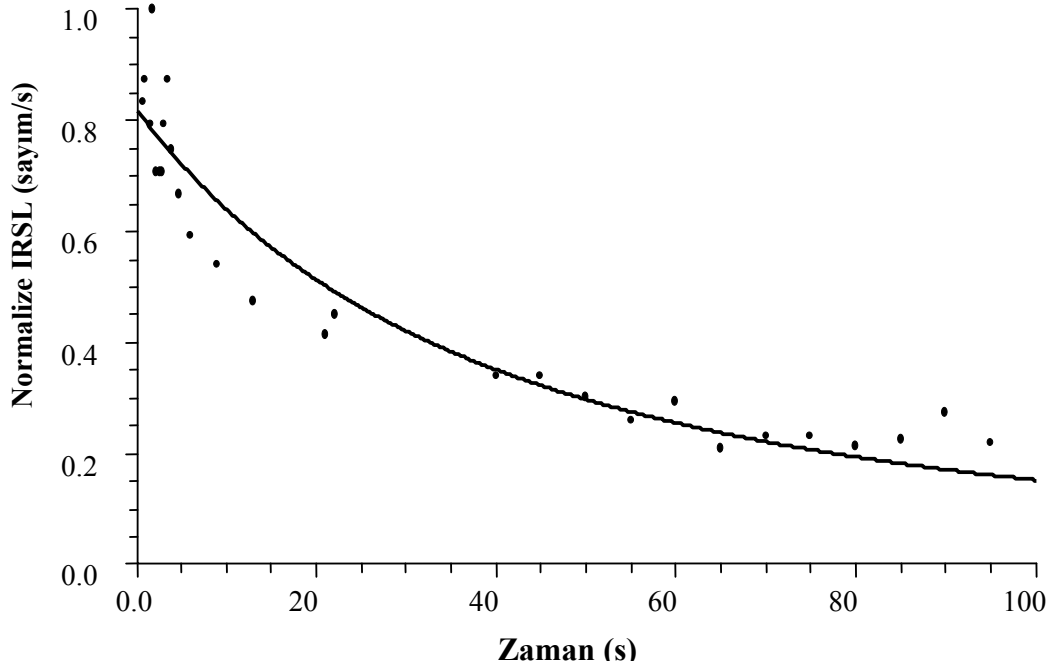
Şekil 4.25. Marmara numunesi için P=1 iken A=0,9391; B=0,0453; $R^2=0,9839$



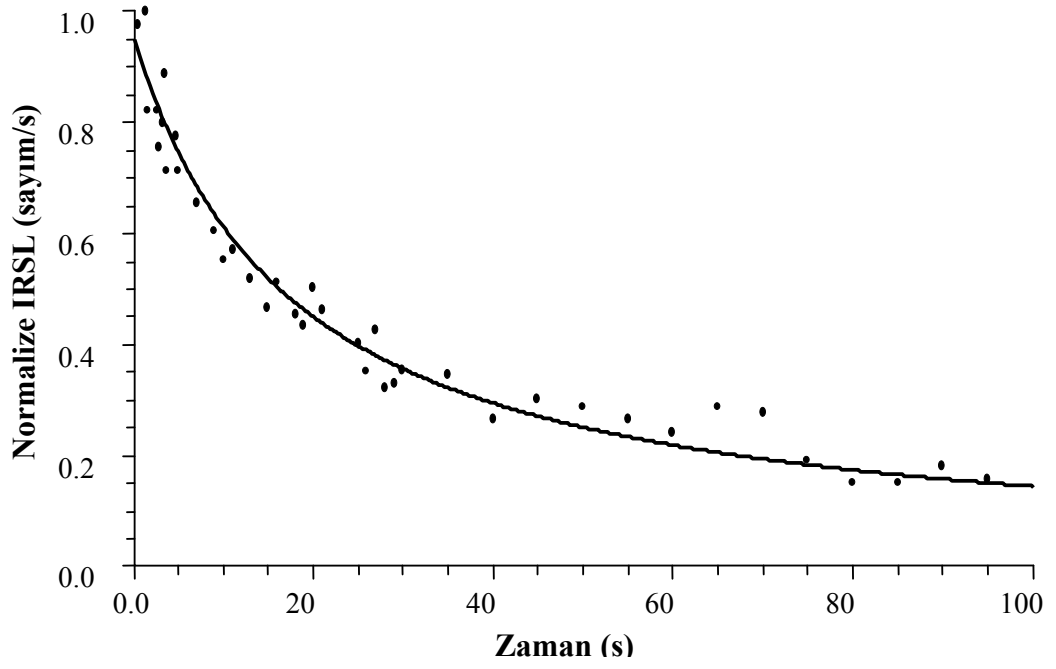
Şekil 4.26. Marmara numunesi için P=2 iken A=0,9020; B=0,0161; $R^2=0,9720$



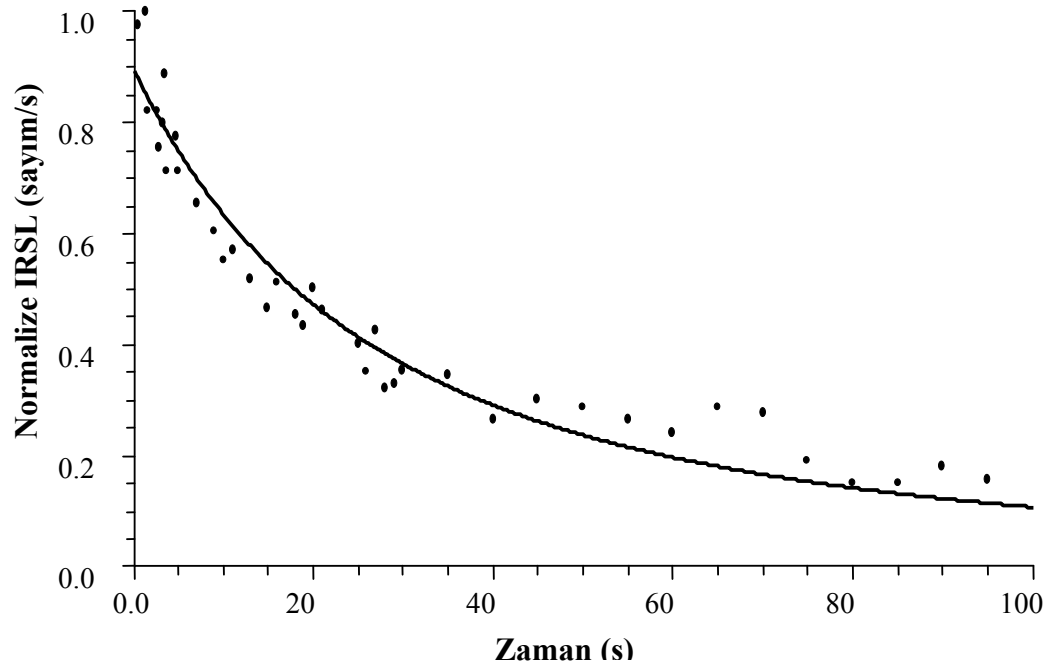
Şekil 4.27. Dağyaka numunesi için $P=1$ iken $A=0,8535$; $B=0,03956$; $R^2=0,9320$



Şekil 4.28. Dağyaka numunesi için $P=2$ iken $A=0,8177$; $B=0,0132$; $R^2=0,9110$



Şekil 4.29. Büyükardıç numunesi için P=1 iken A=0,9497; B=0,0557; R²=0,9651

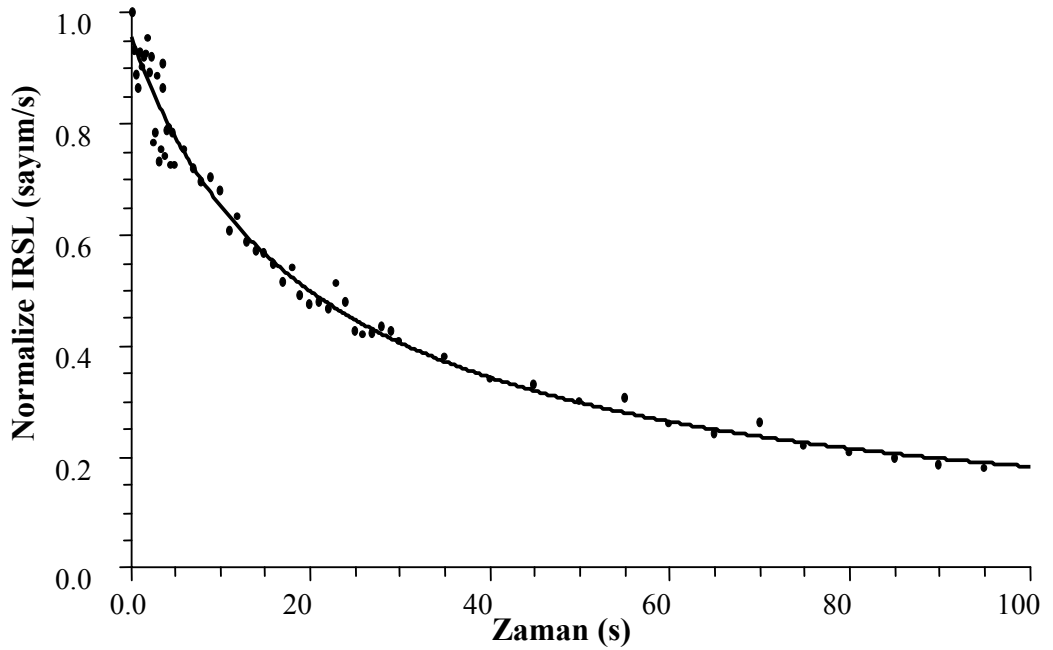


Şekil 4.30. Büyükardıç numunesi için P=2 iken A=0,8937; B=0,0188; R²=0,9440

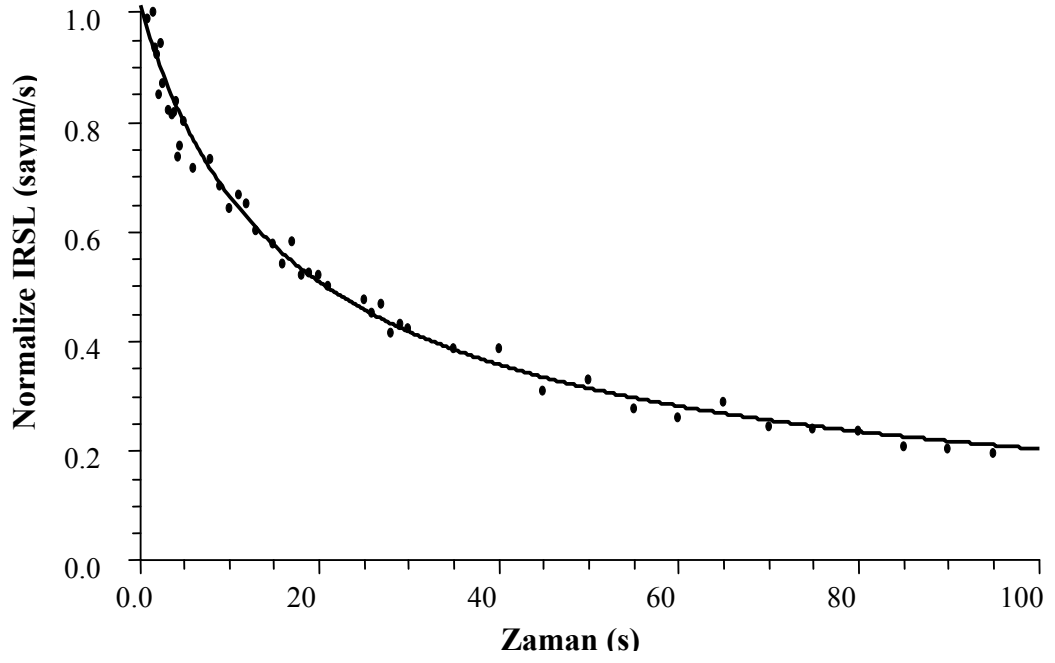
Buradan da görüleceği gibi her bölgeye ait numuneler için IRSL sayım-zaman grafikleri $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde fit edildiğinde P=1 iken hesaplanan korelasyon katsayıları P=2 iken hesaplanan korelasyon katsayılarından büyüktür. Bu nedenle P'nin 1 olduğunu veya 1'e yakın değerler alacağını söylemek daha doğru olacaktır.

4.5. Marmara Numuneleri İçin P Parametresinin Sıcaklık Bağımlılığı

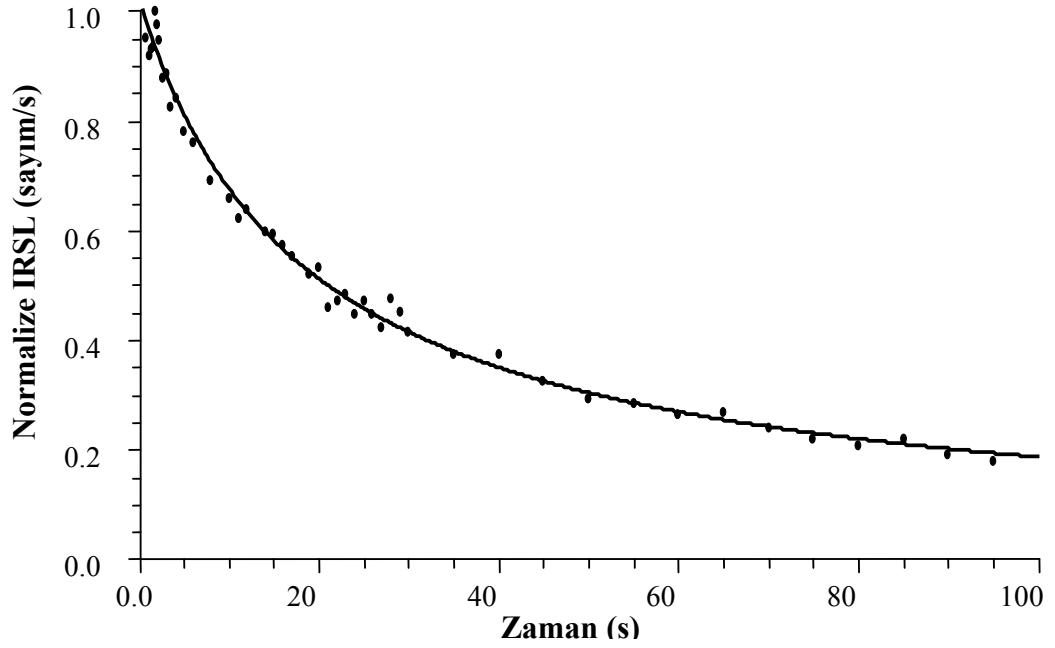
$Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde kullanılan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL sinyalinin zamana bağlı değişim eğrileri $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemi ile uygunluğu araştırılmıştır. Literatürde elektronların lokalize olduğu yeri belirten P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL bozunma eğrileri $Y=A/(1+Bt)^C$ denklemine fit edilmiş ve denklem katsayıları A,B,C belirlenmiştir. Hesaplanan C katsayısının literatürde geçen P parametresinin yerine kullanılmasından dolayı $C=P$ olduğu düşünülmüştür. Bu yolla her sıcaklık değeri için hesaplanmış olan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiği belirlenmiştir. Bu şekilde hesaplanan P parametresi değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.



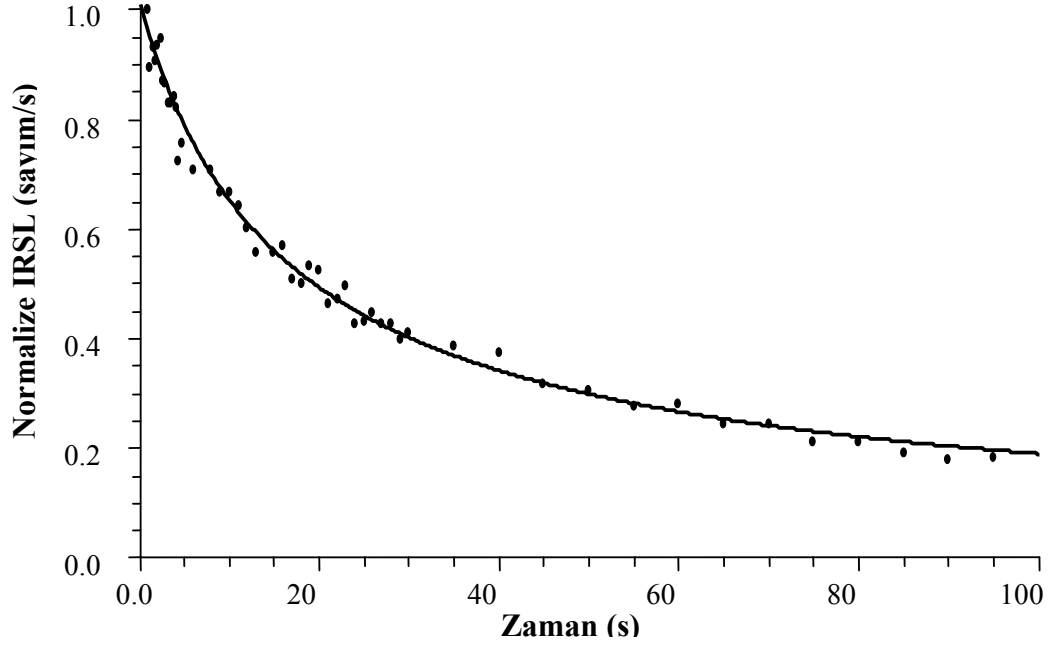
Şekil 4.31. Oda sıcaklığında (~300° K) A=0,9565; B=0,0539; P=0,8921; R²=0,9780



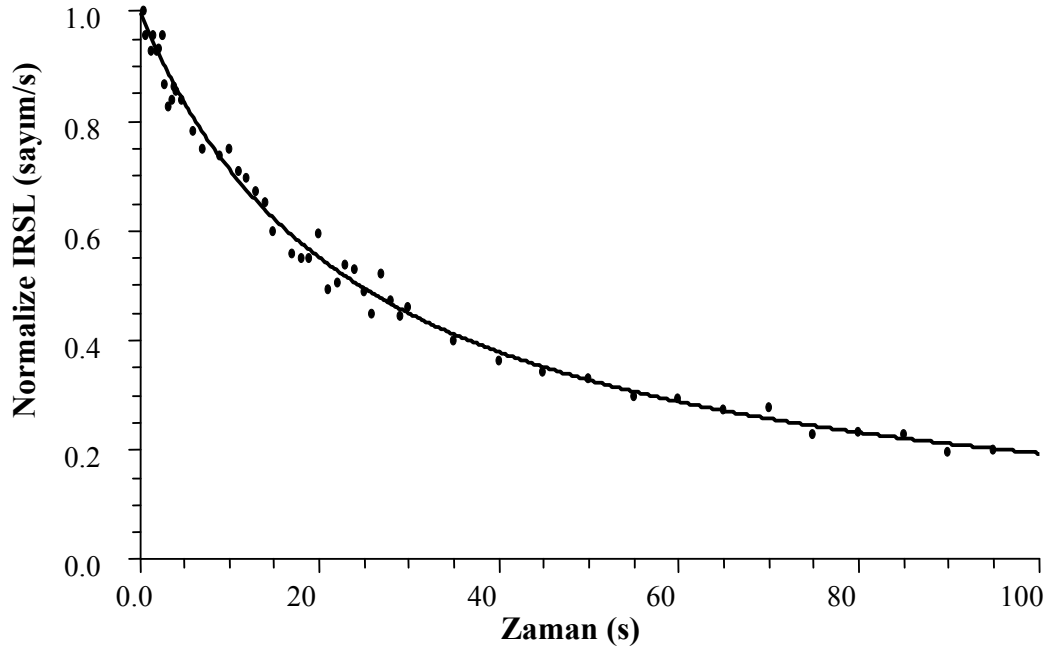
Şekil 4.32. 323° K sıcaklıkta $A=1,0123$; $B=0,0772$; $P=0,7386$; $R^2=0,9872$



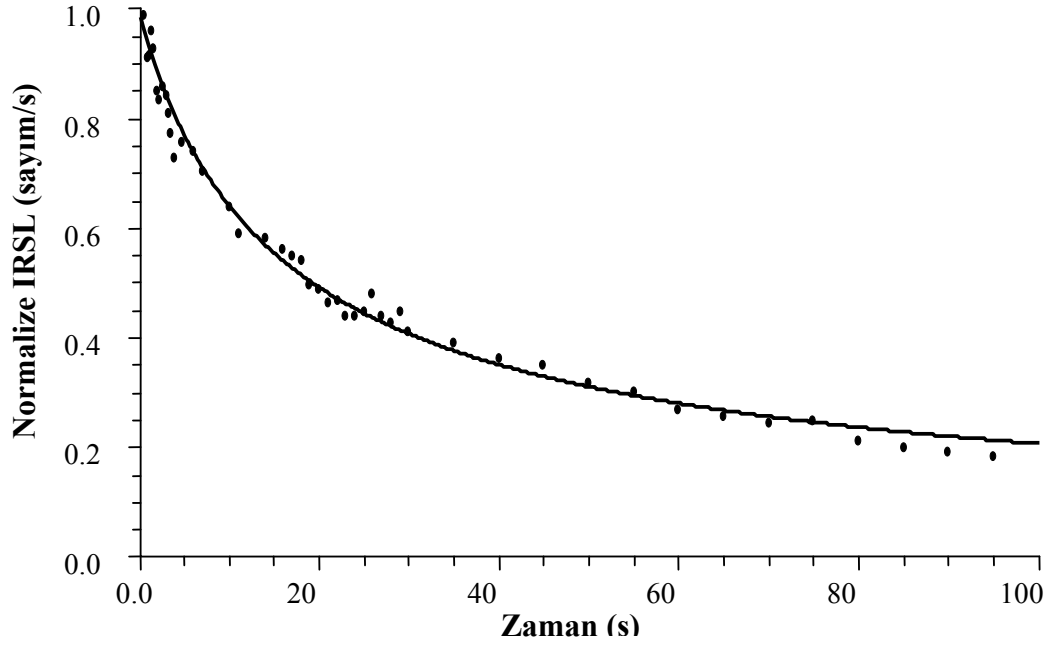
Şekil 4.33. 373° K sıcaklıkta $A=1,0157$; $B=0,0610$; $P=0,8609$; $R^2=0,9920$



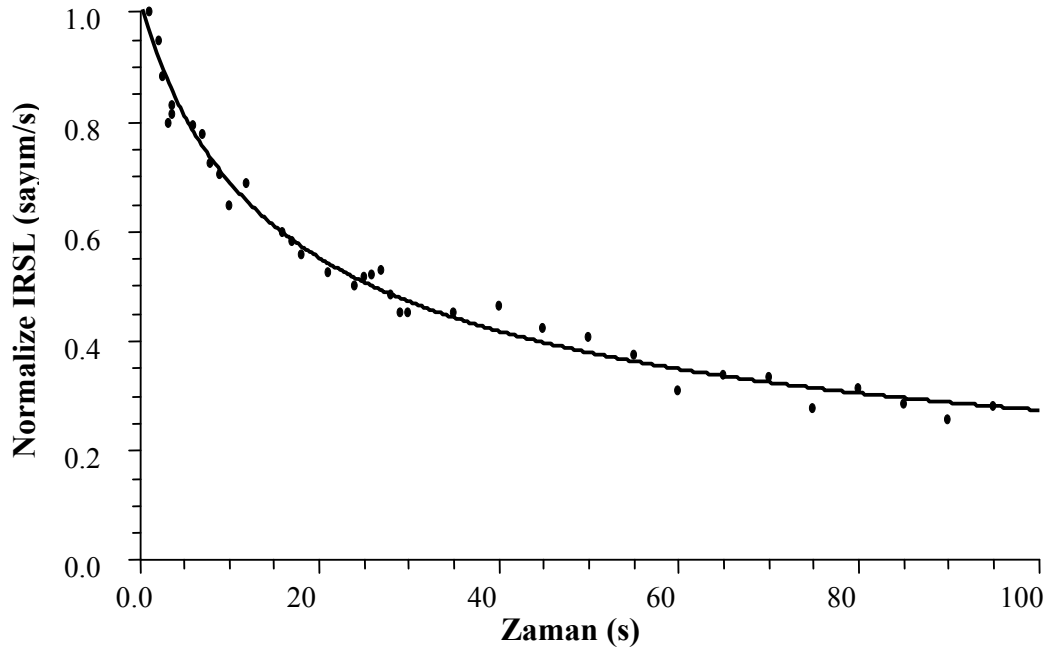
Şekil 4.34. 423° K sıcaklıkta $A=1,0091$; $B=0,0765$; $P=0,7725$; $R^2=0,9896$



Şekil 4.35. 473° K sıcaklıkta $A=0,9988$; $B=0,0397$; $P=1,0198$; $R^2=0,9910$



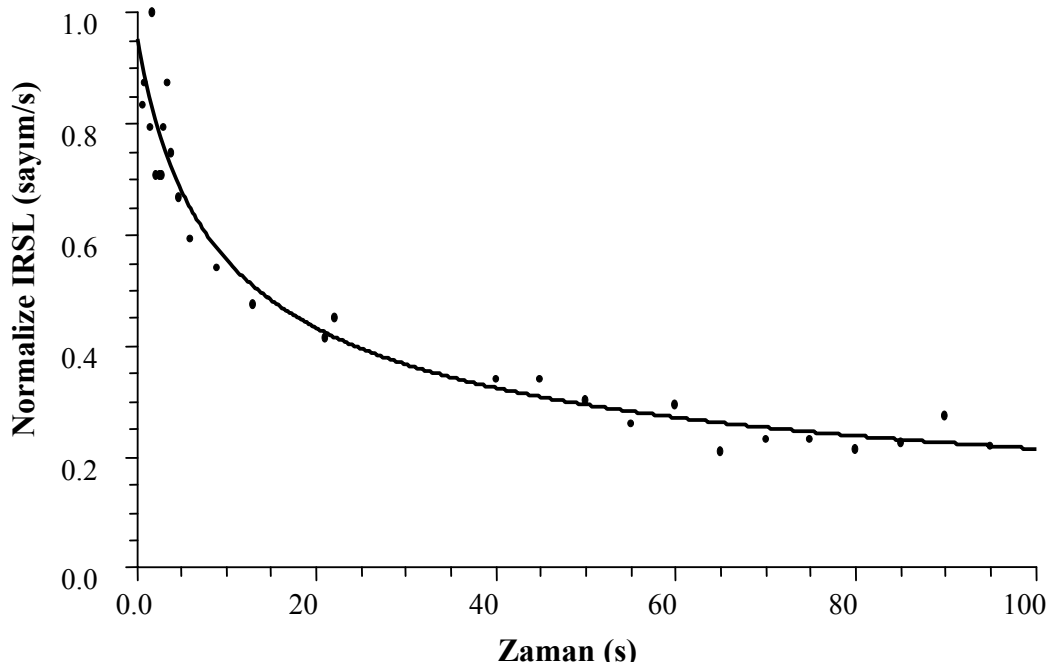
Şekil 4.36. 523° K sıcaklıkta $A=0,9842$; $B=0,0891$; $P=0,6790$; $R^2=0,9902$



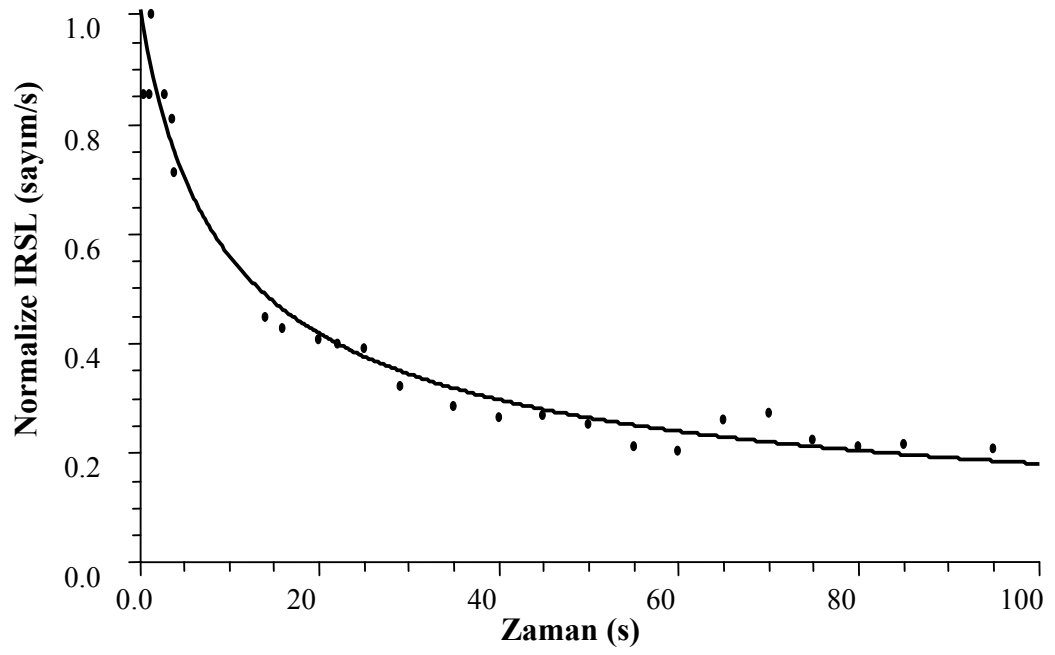
Şekil 4.37. 573° K sıcaklıkta $A=1,0199$; $B=0,1108$; $P=0,5265$; $R^2=0,9837$

4.6. Dağyaka / Ankara Numuneleri için P Parametresinin Sıcaklık Bağımlılığı

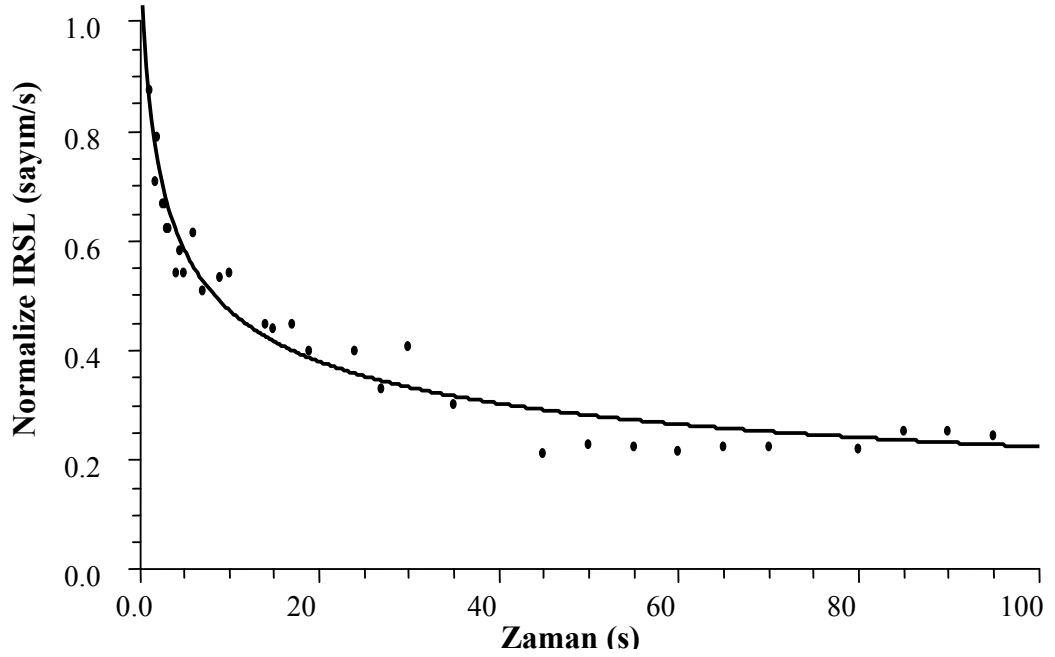
$Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde kullanılan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL sinyalinin zamana bağlı değişim eğrileri $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemi ile uygunluğu araştırılmıştır. Literatürde elektronların lokalize olduğu yeri belirten P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL bozunma eğrileri $Y=A/(1+Bt)^C$ denklemine fit edilmiş ve denklem katsayıları A,B,C belirlenmiştir. Hesaplanan C katsayısının literatürde geçen P parametresinin yerine kullanılmasından dolayı $C=P$ olduğu düşünülmüştür. Bu yolla her sıcaklık değeri için hesaplanmış olan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiği belirlenmiştir. Bu şekilde hesaplanan P parametresi değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.



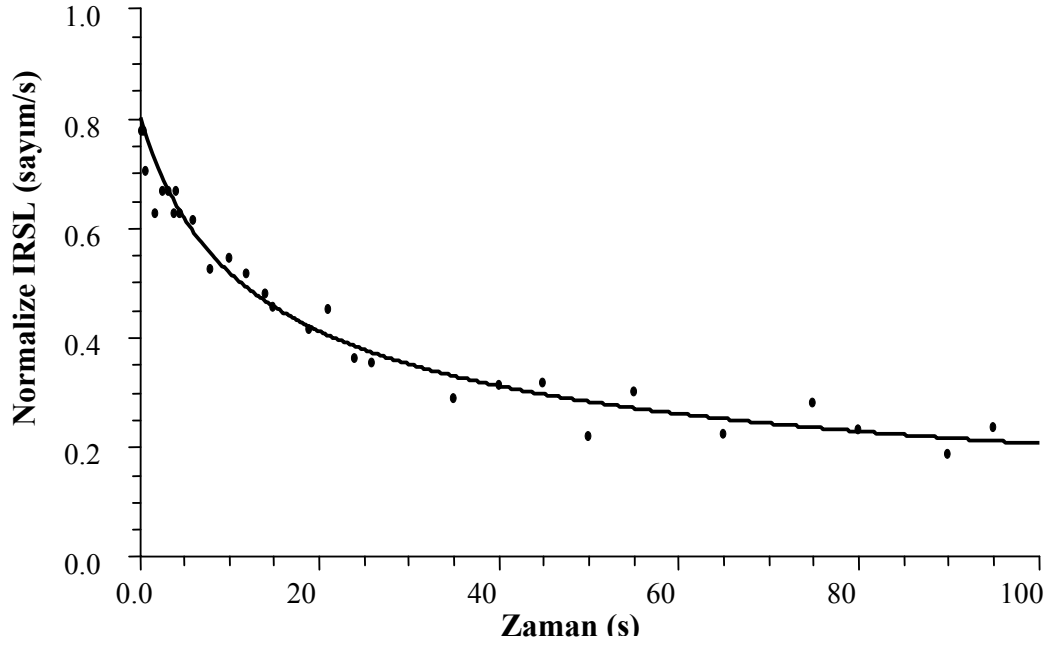
Şekil 4.38.Oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ \text{ K}$) $A=0,9551$; $B=0,2091$; $P=0,4826$; $R^2=0,9750$



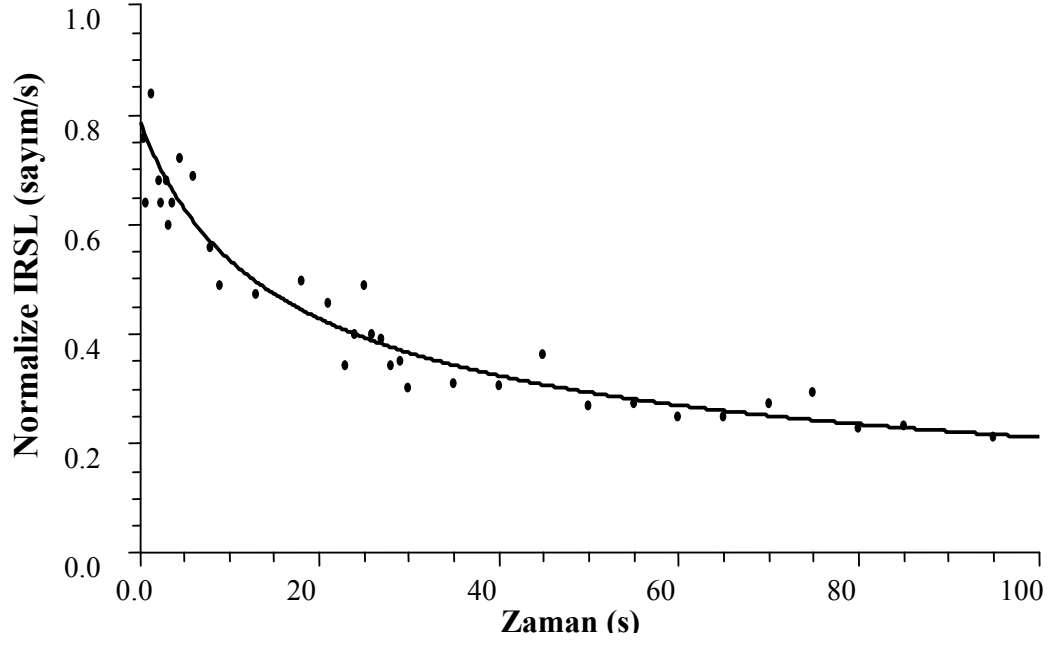
Şekil 4.39. 323° K sıcaklıkta $A=1,0083$; $B=0,1722$; $P=0,6000$; $R^2=0,9694$



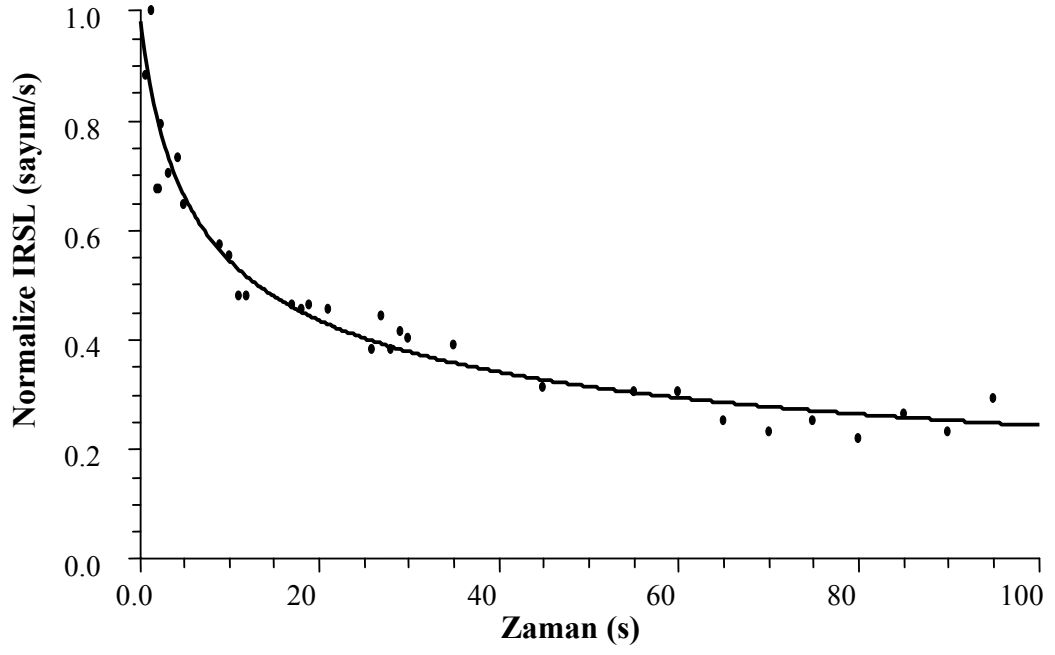
Şekil 4.40. 373° K sıcaklıkta $A=1,1110$; $B=1,2103$; $P=0,3327$; $R^2=0,9483$



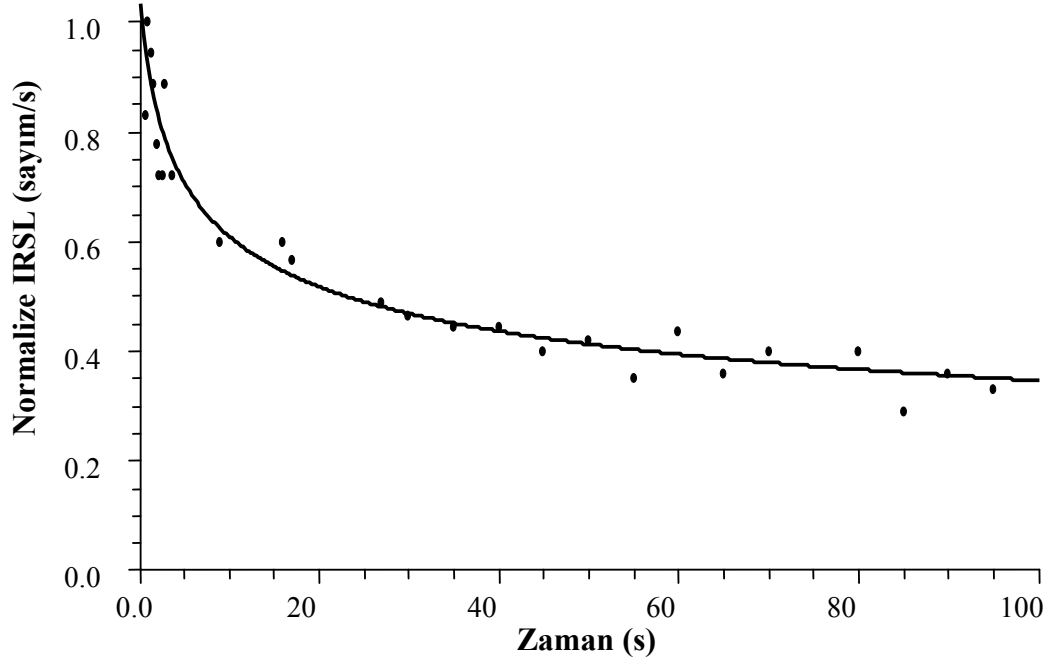
Şekil 4.41. 423° K sıcaklıkta $A=0,8028$; $B=0,1408$; $P=0,5000$; $R^2=0,9673$



Şekil 4.42. 473° K sıcaklıkta $A=0,7860$; $B=0,1061$; $P=0,5349$; $R^2=0,9326$



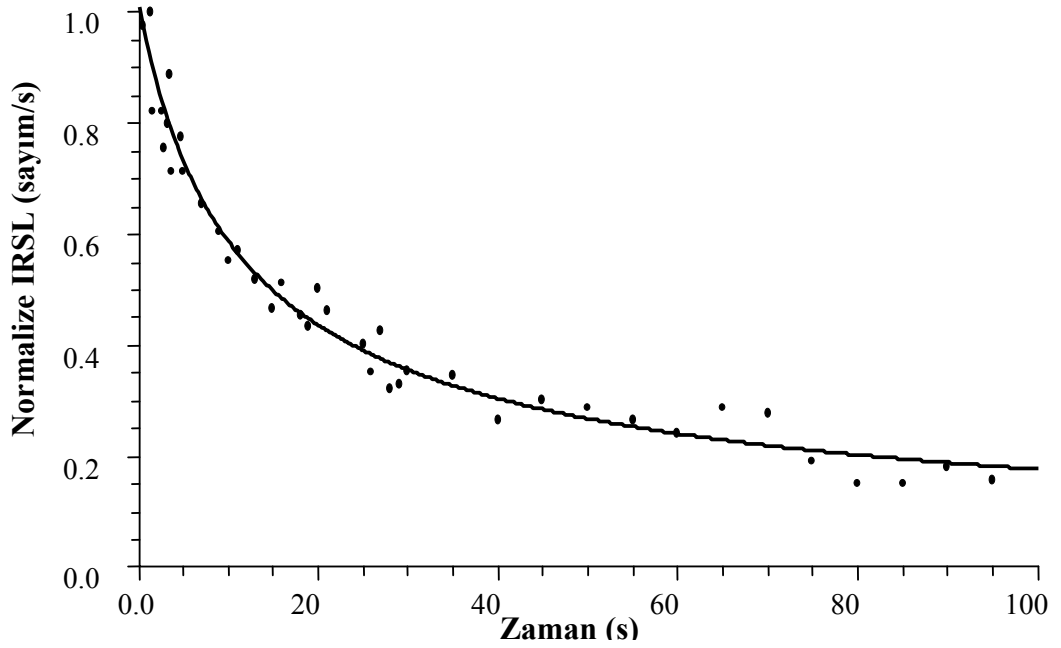
Şekil 4.43. 523° K sıcaklıkta $A=0,9827$; $B=0,3689$; $P=0,3834$; $R^2=0,9428$



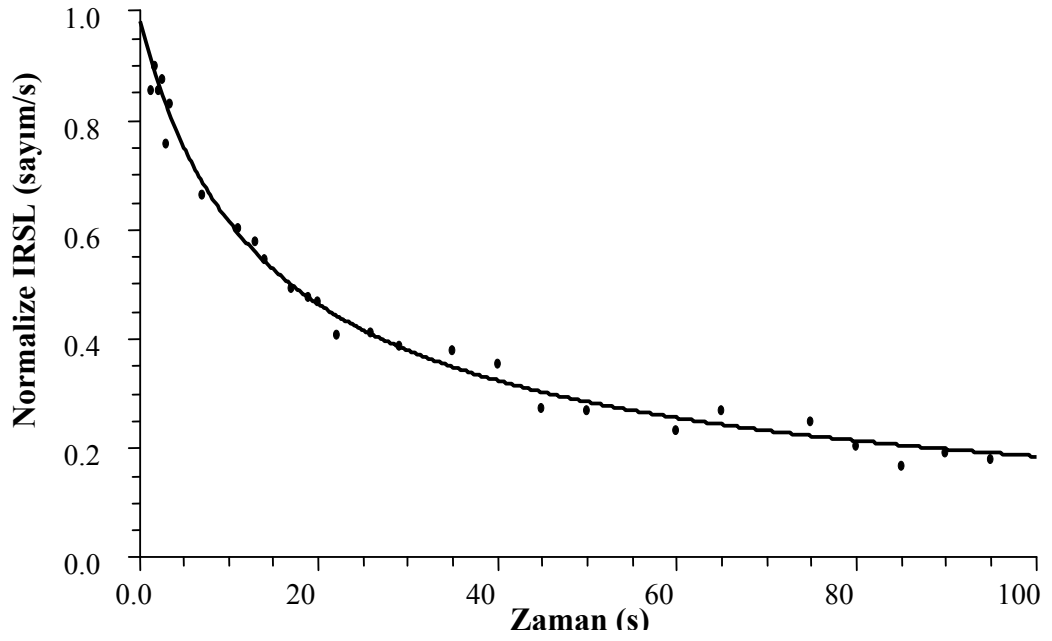
Şekil 4.44. 573° K sıcaklıkta $A=1,0347$; $B=0,6921$; $P=0,2570$; $R^2=0,9401$

4.7. Büyükardıç Numuneleri için P Parametresinin Sıcaklık Bağımlılığı

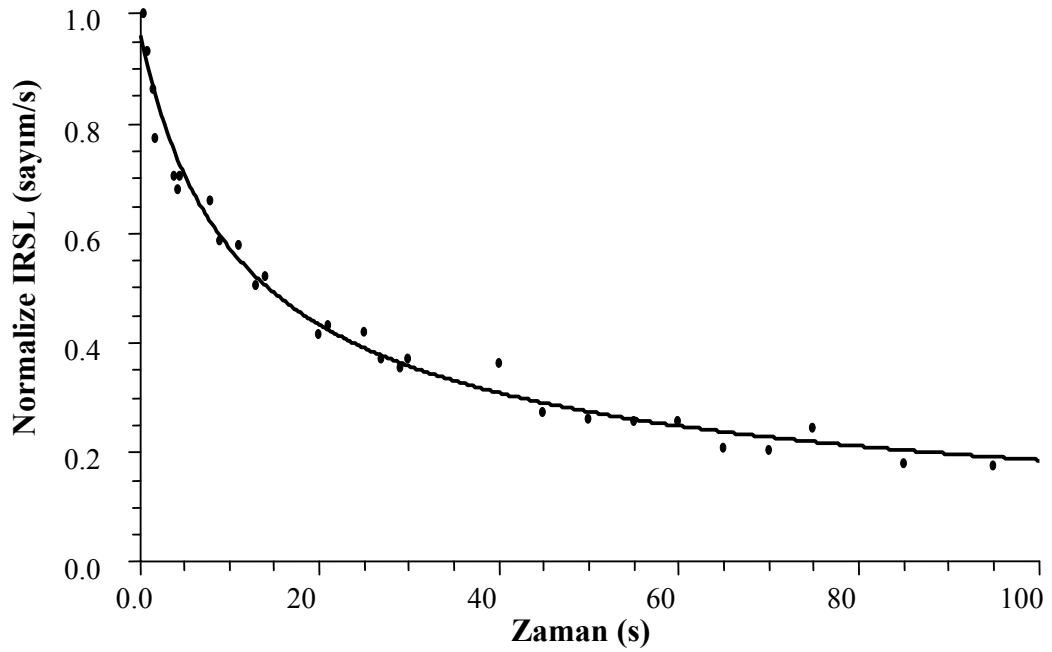
$Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminde kullanılan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL sinyalinin zamana bağlı değişim eğrileri $Y=A/(1+Bt)^P$ denklemi ile uygunluğu araştırılmıştır. Literatürde elektronların lokalize olduğu yeri belirten P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiğini belirlemek için IRSL bozunma eğrileri $Y=A/(1+Bt)^C$ denklemine fit edilmiş ve denklem katsayıları A,B,C belirlenmiştir. Hesaplanan C katsayısının literatürde geçen P parametresinin yerine kullanılmasından dolayı $C=P$ olduğu düşünülmüştür. Bu yolla her sıcaklık değeri için hesaplanmış olan P parametresinin sıcaklıkla nasıl değiştiği belirlenmiştir. Bu şekilde hesaplanan P parametresi değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.



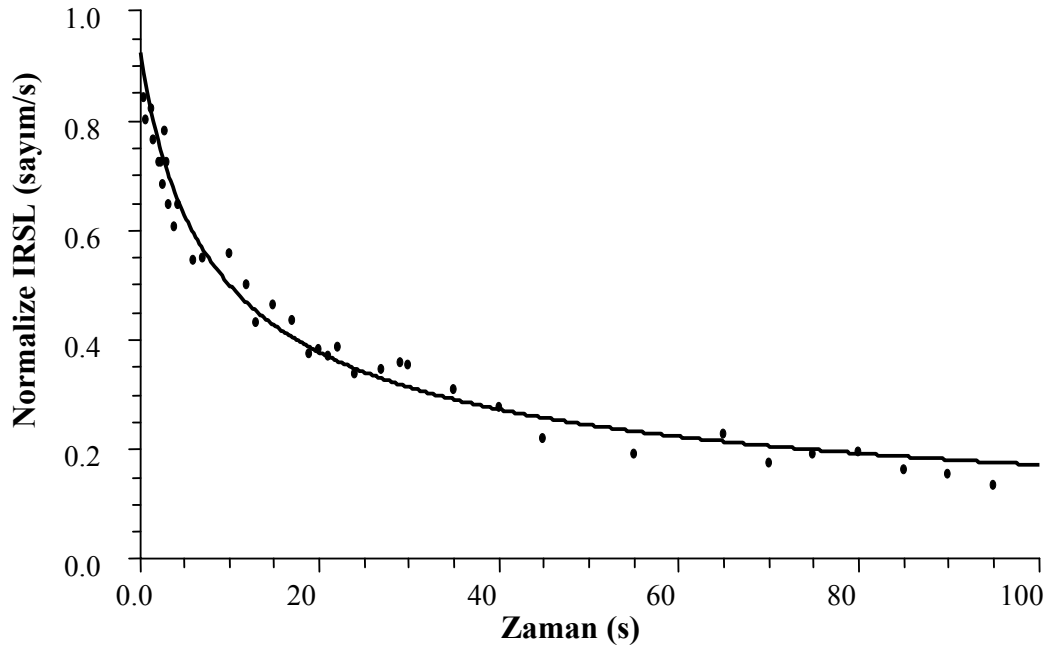
Şekil 4.45. Oda sıcaklığında ($\sim 300^\circ \text{K}$) $A=1,0102$; $B=0,1269$; $P=0,6656$; $R^2=0,9714$



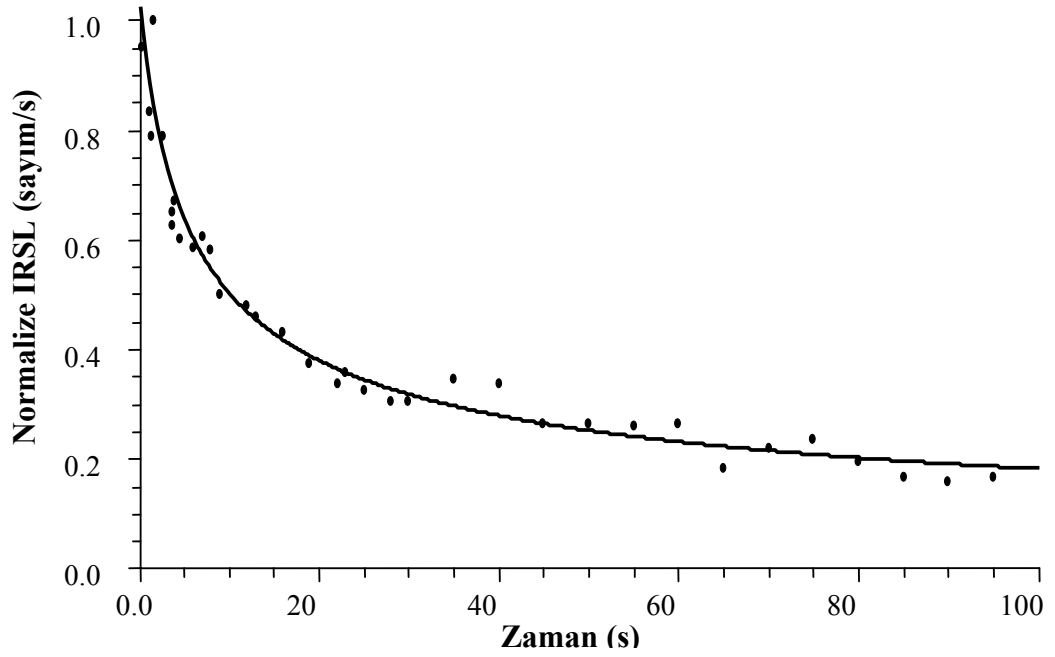
Şekil 4.46. 323° K sıcaklıkta $A=0,9832$; $B=0,0946$; $P=0,7089$; $R^2=0,9898$



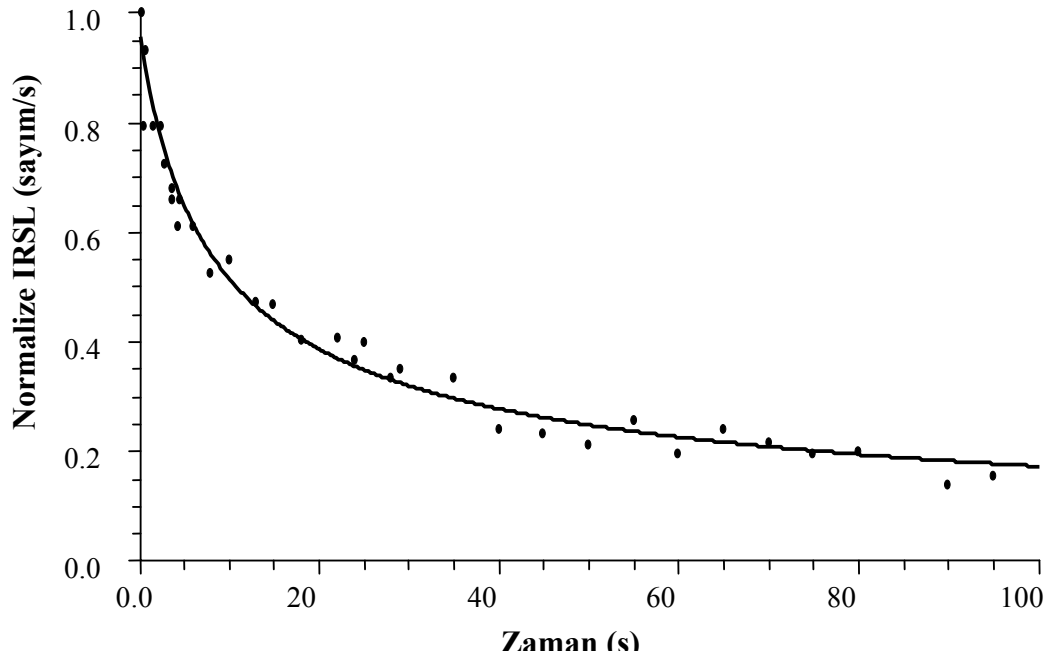
Şekil 4.47. 373° K sıcaklıkta $A=0,9633$; $B=0,1332$; $P=0,6165$; $R^2=0,9839$



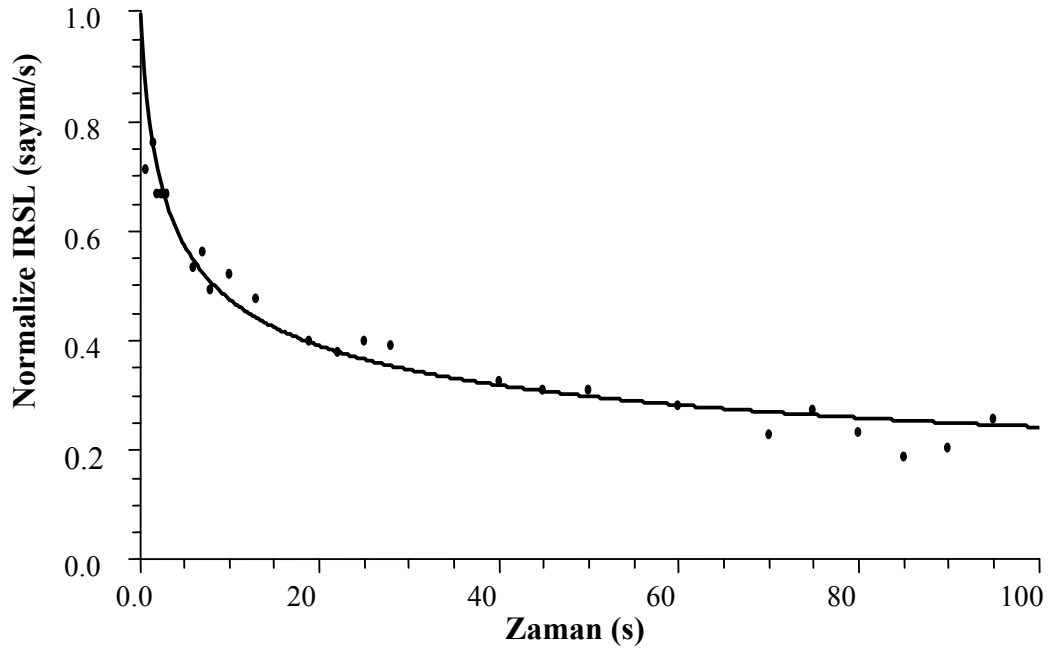
Şekil 4.48. 423° K sıcaklıkta $A=0,9236$; $B=0,2123$; $P=0,5500$; $R^2=0,9773$



Şekil 4.49. 473° K sıcaklıkta $A=1,0277$; $B=0,3372$; $P=0,4865$; $R^2=0,9688$



Şekil 4.50. 523° K sıcaklıkta $A=0,9555$; $B=0,2062$; $P=0,5549$; $R^2=0,9704$



Şekil 4.51. 573° K sıcaklıkta $A=0,9959$; $B=1,0674$; $P=0,3016$; $R^2=0,9677$

4.8. Fit Edilen Denklemlerin Katsayıları

Çizelge 4.1. Marmara, Dağyaka ve Büyükardıç numunelerinin kütleleri.

NUMUNE	1.Tablet	2.Tablet	3.Tablet	4.Tablet	5.Tablet	6.Tablet	7.Tablet
Marmara	0,1606g	0,1635g	0,1635g	0,1653g	0,1655g	0,1760g	0,1700g
Dağyaka	0,1723g	0,1643g	0,1653g	0,1700g	0,1710g	0,1690g	0,1730g
Büyükardıç	0,1672g	0,1605g	0,1661g	0,1650g	0,1600g	0,1678g	0,1717g

Çizelge 4.2. Marmara numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK (°K)	A	B	R ²
300	0,9719	-0,1683	0,9831
323	1,0668	-0,1881	0,9851
373	1,0102	-0,1716	0,9440
423	1,0531	-0,1882	0,9835
473	1,0647	-0,1801	0,9536
523	0,9594	-0,1593	0,9643
573	1,0655	-0,1729	0,9839

Çizelge 4.3. Dağyaka numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK(°K)	A	B	R ²
300	0,9022	-0,1519	0,9427
323	0,9087	-0,1631	0,9310
373	0,8635	-0,1496	0,9000
423	0,7463	-0,1129	0,9477
473	0,7530	-0,1163	0,9596
523	0,8805	-0,1436	0,9454
573	0,9061	-0,1248	0,9392

Çizelge 4.4. Büyükardıç numunelerinin 300°K–573°K aralığında deneysel değerlerle fit edilen $Y=A+B\log(t)$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK (° K)	A	B	R ²
300	0,9851	-0,1802	0,9671
323	0,9381	-0,1604	0,9561
373	0,8810	-0,1495	0,9545
423	0,8304	-0,1467	0,9777
473	0,8786	-0,1582	0,9624
523	0,8630	-0,1544	0,9771
573	0,7737	-0,1211	0,9803

Çizelge 4.5. Marmara, Dağyaka, Büyükardıç numunelerinin oda sıcaklığındaki numuneleri için deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.

NUMUNE	P	A	B	R ²
MARMARA	1	0,9391	0,0453	0,9839
	2	0,9020	0,0161	0,9720
DAĞYAKA	1	0,8535	0,0396	0,9320
	2	0,8177	0,0132	0,9110
BÜYÜKARDIÇ	1	0,9497	0,0557	0,9651
	2	0,8937	0,0188	0,9440

Çizelge 4.6. Marmara numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK (°K)	A	B	P	R ²
300	0,9565	0,0539	0,8921	0,9780
323	1,0123	0,0772	0,7386	0,9872
373	1,0157	0,0610	0,8609	0,9920
423	1,0091	0,0765	0,7725	0,9896
473	0,9988	0,0397	1,0198	0,9910
523	0,9842	0,0891	0,6790	0,9902
573	1,0199	0,1108	0,5265	0,9837

Çizelge 4.7. Dağyaka numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK (°K)	A	B	P	R ²
300	0.9551	0.2091	0.4826	0.9750
323	1.0083	0.1722	0.6000	0.9694
373	1.1110	1.2103	0.3327	0.9483
423	0.8023	0.1408	0.5000	0.9673
473	0.7860	0.1061	0.5349	0.9326
523	0.9827	0.3689	0.3834	0.9428
573	1.0347	0.6921	0.2570	0.9401

Çizelge 4.8. Büyükardıç numuneleri için P parametresinin sıcaklık bağımlılığını gösteren ve deneysel değerlerle fit edilen $Y=A/(1+Bt)^P$ denkleminin katsayıları.

SICAKLIK (°K)	A	B	P	R ²
300	1.0102	0.1269	0.6656	0.9714
323	0.9832	0.0946	0.7089	0.9898
373	0.9633	0.1332	0.6165	0.9839
423	0.9236	0.2123	0.5500	0.9773
473	1.0277	0.3372	0.4865	0.9688
523	0.9555	0.2062	0.5549	0.9704
573	0.9959	1.0674	0.3016	0.9677

Çizelge 4.2 – Çizelge 4.5 incelendiğinde IRSL bozunma-zaman eğrilerini fit ederken kullandığımız $Y=A+B\log(t)$ denkleminde elde ettiğimiz korelasyon katsayıları ile değişen sıcaklıklar arasında bir bağımlılık yakalanamadığından lüminesans mekanizması için bir açıklama getirilememiştir. Çizelge 4.6 – Çizelge 4.8 incelendiğinde P parametresinin sıcaklık veya numune değiştiğinde değiştiğini gösterir. Bu beklediğimiz bir sonuçtur. Çünkü P parametresi elektronların lokalize olduğu yerin bir ölçüsüdür ve bu lokalize olunan yer hem sıcaklık değişiminden hem de numunenin değişiminden etkilenir. Bir başka çıkarılacak sonuç ise P parametresinin 1 veya 1'e yakın değerler almasıdır ki bu da literatürde belirtilen ve bizimde öngördüğümüz sonuçlardandır. Yaptığımız deneyler elde ettiğimiz sonuçlar, ısının yükseltilmesiyle kullanılan bir örnekteki IRSL sinyalini etkileyebildiğini göstermiştir. Bu durum IRSL ölçümlerinin sabit sıcaklıkta yapılmasını açık şekilde zorunlu kılar. Ancak buradan lüminesans mekanizması için bir sonuç çıkartılamaz.

KAYNAKLAR

1. Liritzis, I. “ The significance of gamma self dose and beta ranges in ceramics revisited” *Revu d’Archeometrie*,10: 95–102 (1986).
2. Bøtter-Jenson, L. “Development of optically stimulated luminescence techniques using natural minerals and ceramics, and their application to retrospective dosimetry” *Risø National laboratory Pres. Roskilde*, Risø-R-1211, 11 (2000).
3. Larsen, N.A. “Dosimetry based on thermally an optically stimulated luminescence” *Risø National laboratory Pres. , Roskilde*, Denmark Risø-R-1090 (EN), 3–5 (1999).
4. Aitken, M.J. “Thermo luminescence dating” *Academic Press*. London, 16–18 (1985).
5. Huntley, D.J. Godfrey-Smith, D.I. and Thewalt, M.L. W. “Optically dating of sediments” *Nature*, 313: 105–107 (1985).
6. Duller, G.A. T. and Wintle, A.G. “On infrared stimulated luminescence at elevated temperatures” *Nucl.Tracks Radiat.Meas.* , Aberystwyth, U.K. 18: 379–384, (1991).
7. Aitken, M.J. “An introduction to optical dating” *Oxford University Pres*. Oxford, U.K. 20-54 (1998).
8. Bøtter-Jensen, “Development of optically stimulated luminescence techniques using natural minerals and ceramics, and their application to retrospective dosimetry” *Risø National Laboratory*, Roskild, Risø-P-1211 (2000).
9. Klvenhagen, S.C. “Physics and dosimetry of therapy elektron beams”, *Medical Physics Publishing*, Madison, WI, 21–24 (1993).
10. Yaramış, B. “Nükleer Fizik” *İstanbul Teknik Üni. İstanbul*, 144–147(1985)
11. Krane, K.S. “Introductory nuclear physics”, *Oregon State University*, Canada 54-80 (1988).
12. Bailiff, I.K. and Poolton, N.R.J. “Studies of charge transfer mechanisms in feldspars”, *Nuclear Tracks and Radiation Meas.*, 18: 111-170 (1991).
13. McKeever, S.W.S, Bøtter-Jensen, L., Agersnap Larsen, N. And Duller, G.A.T., “Temperature dependence of osl decay curves: experiment and theoretical aspects” *Radiation meas.* 27: 161-170 (1997).
14. Duller,G.A.T““A new method for the analysis of infrared stimulated luminescence data from potassium feldspars”, *Radiation meas.* 23: 281-285 (1994).

15. Dusseau, L., Polge, G., Atias, S., Vaille, J.R., Germanicus, R., Broadhead, R., Camanzi, B., Glaser, M., Saigne, F., Fesquet, J., and Gasiot, J., "High- energy particle irradiation of optically stimulated luminescent film at CERN", *IEEE Trans. Nuclear Science*, 48: 2056–2066 (2001).
16. Duller, G.A. T. and Bøtter-Jensen, L. "Optically stimulated luminescence emission spectra from feldspars as a function of sample temperature" *Radiation Measurements*, 27(2): 145–151 (1997).
17. Tanır, G. Arıkan, N. Şarer, B. Tel, E. "The application of the IRSL dating technique to feldspars from Kayseri- Turkey" , *Journal of Environmental Radioactivity*, 51: 363–370 (2000).
18. Tanır, G., Okuducu, Ş., Gülen, S., "The dependence of IRSL intensity on radiation dose for samples of chlorides contained in feldspars" *Czechoslovak Journal of Physics*, 52: 963–968 (2002).
19. Bøtter-Jensen, L. And Duller, G.A. T. "A new systems for measuring optically stimulated luminescence from quartz samples" *Nuclear Tracks Radiation Measurements*, 20: 549–553 (1992).
20. Spooner, N.A., Aitkin, Smith, B.W., Franks, M. And McElroy, C., "Archaeological dating by infrared stimulated luminescence using a diode array". *Radiat. Prot. Dozim.* 34: 83–86 (1990).
21. Mejdahl, V. And Bøtter – Jensen, L. "Luminescence dating of archaeological materials using a new technique based on single aliquot measurements." *Quat. Geochron*, 13: 551–554 (1994).
22. Liritzis, I. "Advances in thermo- and photo-luminescence dating of environmental materials (sedimentary deposits)" *Techniques. The Int. J.* 2: 3–27 (2000).
23. Hutt, G. And Jaek, I. "Infrared stimulated photoluminescence dating of sediments." *Ancient TL*, 7: 48–51, (1989).
24. Huntley, D.J. Godfrey-Smith, D.I. And Thewalt, M.L. W. "Optical dating of sediments", *Nature*, 313: 105–107 (1985).
25. Bøtter – Jensen, L., Bulur, E., Duller G.T. A., Murray, A.S., "Advances in Luminescence instrument systems." *Radiat. Meas.* 32: 523–528 (2000).
26. E.Tel, G.Tanır, M.H. Bölükdemir, Ş. Okuducu, E.Öztürk, "Su-Altı Sediment Örneklerinin Infrared Uyarmalı Lüminesans Karakteristiklerinin Sıcaklığa Bağımlılığı", *NBTK-2003 VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojiler Kongresi, Kayseri, Türkiye* 141: 15–17, (2003).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :ARSLAN, İbrahim Cem
Uyruğu :T.C.
Doğum tarihi ve yeri :10.07.1979, Ankara
Medeni hali :Evli
Telefon :0 (312) 282 18 28
Mobil telefon :0 (532) 385 70 72
E-mail :ibrahimcemarslan@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Fizik Öğretmenliği	2003
Lisans	Gazi Üniversitesi/Fizik Bölümü	2002
Lise	Ankara Atatürk Lisesi	1996
Ortaokul	Ankara Atatürk Lisesi	1993
İlköğretim	Sarar İlköğretim Okulu	1990

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-	Özel Nesibe Aydın Dershanesi	Fizik Öğretmeni
2002–2004	Atatürk Anadolu Lisesi	Fizik Öğr. (staj)

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Dağcılık, futbol, polisiye ve gerilim romanları, astrofizik yayınları, bağımsız sinema filmleri.