

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ PARAMANYETİK İYON VE ORGANİK MADDE  
EKLENEN VE EKLENMEYEN ÇENE KEMİĞİ KİST  
SIVILARINDA ÖLÇÜLEN MR VE NMR T<sub>1</sub> VE T<sub>2</sub>  
DURULMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Dt. Utku Nezih Yılmaz**

**Danışman: Doç.Dr. Rezzan Güner**

**Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı**

**Diyarbakır**

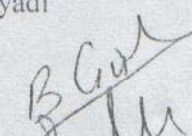
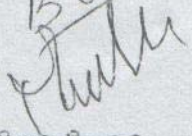

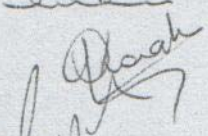
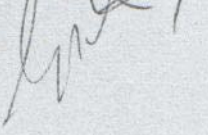
**2007**

T.C  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRLÜĞÜ

“Çeşitli paramanyetik iyon ve organik madde eklenen ve eklenmeyen çene kemiği kist sınırlarında ölçülen MR ve NMR T1 ve T2 durulmalarının karşılaştırılması” isimli bu tez 21.09.2007 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

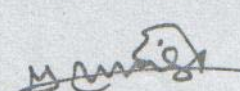
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Rezzan Güner  
Tezi Teslim Eden : Dt. Utku Nezih Yılmaz

Jüri Üyesinin

	Ünvanı	Adı Soyadı
Başkan	: Prof.Dr. Belgin GÖRGÜN	
Üye	: Doç Dr. Rezzan GÜNER	
Üye	: Prof.Dr. Emin ESEN	
Üye	: Prof.Dr Gülten ÜNLÜ	
Üye	: Yrd.Doç. Dr. Fikret İPEK	

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

29.09.2007

  
Prof. Dr. Yusuf NERGİZ  
Dicle Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen doktora tez danışmanım Doç.Dr. Rezzan Güner'e, eski ve yeni Anabilim Dalı Başkanlarım Prof.Dr. Behçet Erol ve Prof.Dr. Belgin Görgün'e, bu tezin konusu ile ilgili T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ölçümlerinin gerçekleştirilmesi esnasında önemli ölçüde desteğini gördüğüm Dokuz Eylül Üniversitesi MR operatörü Dr. Ayşegül Yurt'a, D.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi NMR operatörü Yrd. Doç.Dr. M. Zafer Köylü'ye ve yine tezin hazırlanması sırasında zengin literatür arşivinden yararlanmama müsaade eden Prof. Dr. Ali Yılmaz'a teşekkürü bir borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

## Kapak

İç Kapak

Onay Sayfası.....	.11
Teşekkür.....	.111
İçindekiler.....	.IV
Şekiller Dizini.....	.V
Tablolar ve Şemalar Dizini.....	.VI
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	.VII
Özet.....	.VIII
İngilizce Özet.....	.IX
<b>1.1. Giriş ve amaç</b> .....	1
<b>2. Genel bilgiler</b> .....	5
2.1. Yapılan ölçümlerin tanı ile ilişkilendirilmesi.....	8
2.2. Konu ile ilgili önceki çalışmalar.....	9
2.3. Sıkça kullanılan bazı MR kavramları.....	11
2.4. Rölaksivite, kontrast-rölaksasyon, kontrast-kist içeriği, kontrast-rölaksivite ilişkisi.....	13
2.5 İn vitro rölaksivite ölçümleri ne işe yarar?.....	16
2.6. Doğal kist sıvısı MR $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinin frekansa bağlılığı.....	18
<b>3. Gereç ve yöntem</b> .....	19
3.1. MRG ile yapılan rölaksivite deneyleri.....	19
3.1.1. Kist sıvısı örneklerinin toplanması.....	19
3.1.2. İlave edilen organik maddeler ve iyonlar ve konsantrasyonları.....	20
3.1.3. Örnek setleri hazırlama.....	22
3.1.4. Kist sıvılarına iyon ekleyerek bir set hazırlamanın aşamaları.....	24
3.1.5. Fantom hazırlama ve örneklerden oluşturulan setleri fantomlara aktarma.....	26
3.1.6. $T_1$ ve $T_2$ ölçümleri.....	29
3.1.7. Rölaksivite tayin ve değerlendirme yöntemleri.....	31
3.2. Karşılaştırma amaçlı olarak, MRG ve NMR ile yapılan, doğal kist sıvısı $T_1$ ve $T_2$	

ölçümleri.....	34
3.2.1. MRG için kist sıvısı örneklerinin toplanması ve durulma zamanı ölçümleri...	34
3.2.2 .NMR için kullanılan kist sıvısı örneklerinin toplanması ve örnek hazırlama.	34
3.2.3. NMR ile yapılan $T_1$ ve $T_2$ ölçümleri.....	35
3.2.4. $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	37
<b>4. Bulgular</b> .....	<b>38</b>
4.1. Madde ve iyon eklenmesi (röleksivite) ile ilgili bulgular.....	38
4.1.1.Odontojenik kist fantomunun (fantom 1) ölçümlerinden elde edilen tablolar ve grafikler.....	38
4.1.2. Kan hücresi içeren kist fantomu (fantom 2) ölçümlerinden elde edilen tablolar ve grafikler.....	46
4.2. Doğal kistlerin MR ve NMR $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinden elde edilen bulgular.....	52
4.2.1. MR ile ölçülen doğal kist $T_1$ ve $T_2$ değerlerinden elde edilen bulgular.....	52
4.2.2. NMR ile ölçülen doğal kist $T_1$ ve $T_2$ değerlerinden elde edilen bulgular.....	53
4.3. Röleksivite ölçümlerinden elde edilen diğer bulgular.....	54
4.3.1. MR ve NMR ile ölçülen doğal kist sıvısı $T_1$ ve $T_2$ değerlerinin karşılaştırılma- sından çıkan diğer bulgular.....	57
<b>5. Tartışma</b> .....	<b>59</b>
<b>6. Sonuçlar ve öneriler</b> .....	<b>67</b>
6.1 Sonuçlar.....	67
6.1. 1 Madde ve iyon eklemeye ait grafiklerden çıkan sonuçlar.....	67
6.1.2 Röleksivite karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar.....	67
6.1.3 Etkinlik karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar.....	68
6.1.4 Doğal kist sıvısı $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinden elde edilen sonuçlar.....	68
6.2 Tanı yönünden değerlendirme.....	68
6.2.1 Röleksivite sonuçlarının kist tanısı yönünden değerlendirilmesi.....	68
6.2.2 Röleksivite sonuçlarının değerlendirilmesine bağlı öneriler.....	69
6.2.3 Doğal kist sıvısı $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinin tanı için değerlendirilmesi.....	70
6.2.4 Doğal kist sıvısı $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinin değerlendirmesine ilişkin öneriler.....	70
Kaynaklar.....	71
Özgeçmiş.....	80

## Şekiller Dizini

**Şekil 1** Spin-spin ( $T_2$ ) ve Spin-örgü ( $T_1$ ) durulma süreçleri

**Şekil 2** Uzun ve Kısa  $T_1$ 'lerin bir arada bulunması durumunda sinyal şiddetleri

**Şekil 3** Uzun ve kısa  $T_2$ 'lerin bir arada bulunması durumunda sinyal şiddetleri

**Şekil 4** Beyin perfüzyon analizi programının giriş kısmı

**Şekil 5** İntrakraniyal bölgede lokalize tümöral kitleyi görüntüleyen MR kesiti

**Şekil 6** Evolution of  $1/T_1$  and  $1/T_2$  with iron concentration for human spleen ferritin at 20, 60 and 300 MHz

**Şekil 7** Toplanan kist örnekleri

**Şekil 8** Kullanılan iyon ve maddeler ve tartım için kullanılan terazi

**Şekil 9** Fantom hazırlama

**Şekil 10** Odontojen kistlerdeki madde ve iyon setlerinin ve her bir setteki konsantrasyonların Fantom 1'de şematik olarak gösterimi

**Şekil 11** Kan hücresi içeren kistlerdeki madde ve iyon setlerinin ve her bir setteki konsantrasyonların Fantom 2'de şematik olarak gösterimi

**Şekil 12** Ölçümlerde kullanılan MR Cihazı (Dokuz Eylül Üniversitesi)

**Şekil 13** Fantom 1 ( $T_1$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_1$  haritası)

**Şekil 14** Fantom 2 ( $T_1$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_1$  haritası)

**Şekil 15** Fantom 1 ( $T_2$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_2$  haritası)

**Şekil 16** Fantom 2 ( $T_2$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_2$  haritası)

**Şekil 17** Rölaksivite hesaplanmasında kullanılan grafik örnekleri

**Şekil 18** 400MHz NMR cihazı

**Şekil 19** Kist Sıvısı-D<sub>2</sub>O karışım örneklerinden alınan 400 MHz proton NMR sinyali

**Şekil 20**  $T_1$  değerlerinin hesaplandığı IR eğrisi

**Şekil 21**  $T_2$  değerlerinin hesaplandığı manyetizasyon bozunum eğrisi

**Şekil 22** Odontojen kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen mangan konsantrasyonuna karşı grafiğe geçirilmesi

**Şekil 23** Odontojen kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen kolesterol konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi

**Şekil 24** Odontojen kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen albümin konsan-

trasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 25** Odontojen kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen demir konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 26** Odontojen kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen bakır konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 27** Kan hücresi ieren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen demir konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 28** Kan hücresi ieren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen bakır konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 29** Kan hücresi ieren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen albümin konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 30** Kan hücresi ieren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen  $\gamma$ -globulin konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geerilmesi

**Şekil 31** eŐitli kist örneklerinin  $T_1$  haritası.

## **Tablolar Ve Şemalar Dizini**

- Tablo 1** Odontojenik kistlere eklenen mangan konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 2** Odontojenik kistlere eklenen kolesterol konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 3** Odontojenik kistlere eklenen albümin konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 4** Odontojenik kistlere eklenen demir konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 5** Odontojenik kistlere eklenen bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 6** Kan hücresi içeren kistlere eklenen demir konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 7** Kan hücresi içeren kistlere eklenen bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 8** Kan hücresi içeren kistlere eklenen albümin konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 9** Kan hücresi içeren kistlere eklenen gamaglobulin konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 10** Odontojenik ve kan hücresi içeren kistlere eklenen iyon ve maddelerin durulma oranlarını değiştirme etkinliğini ifade eden rölaksiviter
- Tablo 11** Çeşitli kist tiplerinin 1T ve 1.5T manyetik alan şiddetindeki MR ile ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 12** Karşılaştırma amaçlı olarak 400 MHz ile saptanan  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri
- Tablo 13** Eklenen iyon ve maddelerin rölaksasyon değiştirme etkinliklerinin ( $T_1$  ve  $T_2$  rölaksiviterinin) sütun bazında karşılaştırılması
- Tablo 14** Eklenen iyon ve maddelerin rölaksasyon değiştirme etkinliklerinin ( $T_1$  ve  $T_2$  rölaksiviterinin) satır bazında karşılaştırılması
- Tablo 15** MR ile saptanan  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin, farklı kist tiplerinin ayırt edilmesinde taşıdığı potansiyele yönelik istatistiksel karşılaştırma
- Tablo 16** 400MHz NMR ile saptanan  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin, farklı kist tiplerinin tanısı için taşıdığı potansiyele yönelik istatistiksel karşılaştırma
- Şema 1a** Kistlerin karıştırılmasından bir kist sıvısı havuzunun oluşturulması



**Şema 1b** 1gr albümin üzerine havuz kist sıvısı eklenerek oluşturulan madde stoku

**Şema 1c** Madde stoku ile havuz kist sıvısının çeşitli oranlarda birleştirilmesinden oluşturulan ve artan konsantrasyonda madde içeren set

**Şema 2a** Ana iyon stokunun hazırlanışı

**Şema 2b** Seyretilmiş iyon stoklarının hazırlanması

**Şema 2c** Seyretilmiş iyon stokları ile havuz kist sıvısının birleştiriminden oluşturulan ve artan konsantrasyonlarda iyon içeren set

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CPMG : Carr-Purcell-Meiboom-Gill puls adımı

FOV : Field of view (görüş alanı)

IR : Inversion Recovery(Ters döndürüp geri kazanma)

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

NMR : Nükleer Manyetik Rezonans

RF : Radio Frekans

kh : Kan hücresi içeren kist

R : Rölaksivite(relaxivity) ya da bir iyonun ya da bir maddenin durulma zamanlarını değiştirme etkinliği

o : Odontojenik kist

$R_{T_{1o}}$  : Odontojenik kistlere eklenen madde ya da iyonların  $T_1$  zamanını değiştirme etkinliği

$R_{T_{2o}}$  : Odontojenik kistlere eklenen madde ya da iyonların  $T_2$  zamanını değiştirme etkinliği

$R_{T_{1kh}}$  : Kan hücresi içeren kistlere eklenen madde ya da iyonların  $T_1$  zamanını değiştirme etkinliği

$R_{T_{2kh}}$  : Kan hücresi içeren kistlere eklenen madde ya da iyonların  $T_1$  zamanını değiştirme etkinliği

SE : Spin Eko

$T_1$  : Spin-örgü (lattice ) durulma (relaxation) zamanı

$T_2$  : Spin-spin durulma zamanı

$1/T_1$  : Spin-örgü durulma oranı (rate)

$1/T_2$  : Spin-spin durulma oranı (rate)

$T_I$  : Inversion Delay (manyetizasyonu ters döndürmeden sonraki bekleme süresi)

$T_R$  :  $(180^0$ -bekleme- $90^0)$  puls adımını tekrarlama süresi

## ÖZET

Tıbbın diğer alanlarında olduğu gibi çene-yüz bölgesinde de cerrahi prosedürler öncesinde diyagnostik amaçlı kullanılan çeşitli laboratuvar, histopatolojik ve radyografik tanı araçları mevcuttur. Bu tanı yöntemlerinin temel amacı klinik tanıyı kolaylaştırmak ve ayırıcı tanıya olanak sağlamaktır. Bu amaca yönelik olarak, konvansiyonel yöntemlerin dışında son yıllarda in vivo ve invitro MR ve in vitro NMR çalışmaları dikkati çekmektedir.

Bu gelişmelerden hareketle; çalışmamızda karşılaştırmalı olarak kistik lezyonların tanı ve ayırıcı tanısında in vivo ve in vitro MR çalışmaları ve in vitro NMR değerlendirmelerinin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların, MR ve NMR' ın kistik lezyonların tanısındaki etkisinin saptanması ve konu ile ilgili olarak ileriki dönemlerde yapılacak olan NMR ve MR çalışmalarına ışık tutması beklenmektedir.

Çalışmamızda, 41 odontojen, 21 kan hücresi de içeren odontojen olmak üzere 62 hastadan alınan kist sıvısı örneği kullanılmıştır. Araştırma kapsamında değerlendirdiğimiz 62 spesmen, bekleme ile sonuçlarda olası bir hata riskini ortadan kaldırmak amacıyla, 1. etap (26 kist sıvısı örneği) ve 2. etap (36 kist sıvısı örneği) olmak üzere çalışmaya alındılar. Çalışmamızın ilk bölümünde, ilk etapta toplanan 26 kist sıvısı örneği kullanıldı. Odontojen ve kan hücresi de içeren kist sıvılarının belli miktarları birleştirilerek odontojen ve kan hücresi de içeren kist sıvısı havuzu oluşturulmuştur. Odontojen kist sıvısı havuzundan alınan örneklere; artan konsantrasyonlarda kolesterol ve albumin gibi organik maddeler ve demir, bakır ve mangan gibi iyonlar, kan hücresi içerenlere ise yine artan konsantrasyonlarda; bazı organik maddeler ( $\gamma$  globulin ve albumin) ve demir ve bakır gibi iyonlar ilave edilmiştir. Bu çözeltilerden hazırlanan setler ayrı ayrı beher kaplarına yerleştirilmiştir (odontojen ve kan hücreli kist sıvısı spesmenleri içeren beher kapları). Odontojen ve kan hücresi içeren kist sıvılarından elde edilen bu örneklerden sırasıyla fantom 1 ve fantom 2 oluşturulmuştur. Ayrıca son grupta toplanmış olan 36 örneğin sıvı miktarları uygun 7'sinden (4 odontojenik, 2 non-odontojenik, 1 kistik ameloblastoma) doğal kist sıvılarında (madde veya iyon ilave edilmemiş)

değerlendirme yapabilmek amacıyla ayrılmış ve bu tüpler de fantom 2'ye eklenmiştir.

Her iki fantomdaki ve bireysel olarak değerlendirilen 7 kist örneğinin  $T_1$  ve  $T_2$ ' si 1.5 T MR ile ölçülmüştür. Diğer yandan çalışmamız kapsamında 2. etapta toplanan kist (36 hasta) sıvılarından ayrı ayrı alınmış örnekler NMR ile karşılaştırma amaçlı olarak kullanılmıştır.

Madde ve iyon ilave edilen ve MR ile değerlendirme yapılan grupta; değişik konsantrasyonlardaki her bir iyon ve madde için rölaksivite ( $T_1$  ve  $T_2$ 'yi uzatma etkinliği) değerleri saptandı. Kist sıvıların bireysel olarak değerlendirildiği, herhangi bir iyon ve madde ilavesinin yapılmadığı ve 36 örneğin NMR ile değerlendirildiği grupta  $T_1$  ve  $T_2$  istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Ayrıca MR da bireysel olarak incelen 7 örneğin MR  $T_1$  ve  $T_2$  değerleri karşılaştırıldı.

Odontojen kistlere eklenen iyon ve maddelerin  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelerinin ( $RT_1$  ve  $RT_2$ ) oldukça farklı değerler aldığı görülmüştür. Kan hücresi içeren kistlerde rölaksiviteler daha da artmıştır. Yani kan hücresi içeren kist sıvılarına ilave edilen iyon ve organik maddelerin odontojen kistlere oranla çok daha etkili  $T_1$  ve  $T_2$  kısaltıcıları oldukları belirlenmiştir. Eklenen maddelerinin tümünün, kan hücresi içeren kistlerin durulmalarını odontojenik kistlerinkine oranla daha etkili değiştirdiği belirlenmiştir. Bu bulguların ışığında, kan hücrelerinin varlığının  $T_1$  ve  $T_2$ ' yi kısaltma etkinliğini arttırdığı söylenebilir. Ayrıca kist sıvılarına eklenen madde ya da iyonların kist sıvılarının  $T_2$ 'sini  $T_1$ 'ine göre daha etkili kısalttığı saptanmıştır.

Diğer yandan, enfekte olmayan kistlerin NMR  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'değerleri enfekte ve kan hücresi içeren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'sinden oldukça farklıdır ( $p<0.05$ ). Benzer şekilde ameloblastomanın hem MR hem de NMR  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri diğer kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinden farklı olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak  $T_2$  rölaksivitelerinin  $T_1$  rölaksivitesinden büyük çıkması,  $T_2$ 'nin kist tanısı için daha iyi bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır. Kistlere eklenen madde ve iyonların durulma zamanlarını kısaltma yeteneğinin kan hücreleri tarafından güçlendirilmesi  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin kan hücresi içeren kistleri odontojen kan hücresi içermeyen kistlerden ayırma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. İstatistiksel değerlendirme MR ve NMR ölçümlerinin çeşitli kist gruplarını ayırma (tanı) yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: MR, NMR,  $T_1$ ,  $T_2$ , Çene kistleri

## Summary

In the oral and maxillofacial region there are some laboratory, histopathological and radiological diagnosis tools like the other departments of medicine. The basic aim of these diagnosis methods is to facilitate the diagnosis and reveal the differential diagnosis. Furthermore, in vivo and in vitro MR and in vitro NMR studies have become more attractive than conventional methods recently.

In the light of recent development, our study's aim is to determine the effects of in vivo and in vitro MR and in vitro NMR on the diagnosis and differential diagnosis of the cysts. The second aim of this work is to reveal the importance of NMR and MR  $T_1$  and  $T_2$  measurements in evaluation of jaw bone cysts and also our study's results will shed light on future NMR and MR studies.

In our study 62 samples (41 in odontogenic group and 21 in the other odontogenic group which contain blood cell.) were collected from patients who applied our clinics. 62 samples were divided into 2 groups to prevent spoiling risk due to waiting process. In the first stage of study 26 samples were used to make cyst pool and then 36 samples were used in the second stage. One cyst pool was made by mixing odontogenic cysts, while a second cyst pool was made by mixing hemorrhagic cysts. The sets prepared by the addition of increasing concentrations of each of cholesterol, albumin, iron, copper and manganese to odontogenic pooled cysts were placed in a plastic beaker which was named as Phantom 1. Also, the sets prepared by the addition of increasing concentrations of each of albumin,  $\gamma$ -globulin, iron and copper to hemorrhagic pooled cysts were placed in a second plastic beaker which was named as Phantom 2. The 7 cyst samples from the second group which contain sufficient volume were separated from other groups to make an evaluation on the natural cyst fluid and then this content was added in Phantom 2.

Phantom 1, phantom 2 and 7 cyst content's (which evaluated individually)  $T_1$  and  $T_2$  relaxation time were measured by 1.5 T MR. In addition to this, the samples were collected separately from second stage cyst content (36 samples) and these samples used for comparison with NMR.

In the group which is related to the addition of organic materials and ions and evaluated by MR, the  $1/T_1$  and  $1/T_2$  rates were fitted versus increasing

concentrations of each ion or material added. Furthermore, in the group 2 (no material and ion addition to samples, evaluated by separately and NMR, and contain 36)  $T_1$  and  $T_2$  were compared by statistically and also 7 samples' (which is evaluated by MR)  $T_1$  and  $T_2$  values were compared.

The  $R_{T1}$  and  $R_{T2}$  relaxivities of iron, copper, manganese, albumin and cholesterol in odontogen cysts were respectively observed for the different values. Relaxivities in the cyst which contain blood cells are higher than odontogenic cysts. Furthermore, It was found that the organic materials and ions added to hemorrhagic cysts are more effective  $T_1$  and  $T_2$  reducer than those added to odontogenic cysts. All material and ions added reduce the relaxation times of hemorrhagic cysts more effectively than those of odontogenic cysts. This means that the presence of blood cells increases the influence of ions and materials for reducing  $T_1$  and  $T_2$ .

However non-infected cysts' NMR,  $1/T_1$  and  $1/T_2$  values are quite different than infected cysts which contain blood cell. In the similar way, ameloblastomas' MR, NMR,  $1/T_1$  and  $1/T_2$  values are different from the other cysts.

In conclusion, relatively higher  $T_2$  relaxivities than  $T_1$  suggest that  $T_2$  is more convenient parameters for the diagnosis of the cysts. The increase in the ability of the ions and organic materials to decrease relaxation rates that is caused by blood cells implies that  $T_1$  and  $T_2$  measurements have a potential to differentiate hemorrhagic cysts from odontogenic ones. Statistical evaluation suggests that MR and NMR  $T_1$  and  $T_2$  measurements have an ability to differentiate various cyst groups.

Key words: MR, NMR,  $T_1$ ,  $T_2$ , Jaw cysts

# 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Kistler bilindiği üzere çene kemiklerinde sıklıkla rastlanan patolojiler olup, büyük bir yüzdesini odontojenik kistler oluşturmaktadır. Marsüpyalizasyon, enükleasyon ve dekompresyon kistlerin tedavisinde uygulanan yöntemlerdir. Kist tedavisinde üzerinde durulması gereken en önemli konu; kistlerde (özellikle keratokist, dentijeröz kist) ve tümöral kitlelerin kistik varyantlarında (özellikle ameloblastomalar) nüks insidansının yüksek olmasıdır. Klinik muayene ve konvansiyonel veya gelişmiş görüntüleme yöntemleri ile kist tanısı koyulabilmektedir. Ancak bu yöntemlerle kist tipleri arasında herhangi bir ayırıcı tanı yapılamamakta ve histopatolojik inceleme ile kesin tanıya gidilebilmektedir. Bu yöntem kist tedavisinde preoperatif olarak uygulanan rutin bir prosedür değildir.

Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü kistlerde tedavi öncesi kesin tanı koyulması tedavinin nüksü engelleyecek şekilde; gerekirse daha radikal ve titizlikle yapılmasına öncülük edecektir. Bu durum tedavi sonrası nüks veya sokuamöz hücreli karsinoma gibi malign transformasyonların önüne geçilmesinde etkili olabilecektir.

Bu anlamda ayırıcı tanıda etkili olabilen bir diğer yöntem NMR (nükleer manyetik rezonans) ve MR (manyetik rezonans) çalışmalarıdır. Günümüz literatüründe, tıbbın diğer alanlarında MR ve NMR ile ilgili deneysel olarak çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda, ileride yapılacak olan ayırıcı tanı ve tanıya ilişkin rehberlik etmesi de beklenen, çene yüz cerrahisi ile ilgili yayınlara da rastlanmaktadır.

Konu ile ilgili olarak MR ve NMR'ın tarihçesi ve tanıya yönelik çalışmalarda kullanımını aşağıda özetlenmiştir.

1946 yılında iki Amerikalı bilim adamı; Felix Bloch ve Edward M. Purcell birbirinden bağımsız olarak Nükleer Magnetik Rezonansı (NMR) keşfettiler ve bu keşiflerinden dolayı 1952 yılında fizik dalında Nobel ödülü kazandılar.

NMR tekniğinin sağlık alanındaki uygulamaları 70'li yılların ilk yarısından itibaren başlar. 1971 yılında, Damadian isimli araştırmacı, yapmış olduğu bir çalışmada, kanserli doku ile sağlıklı dokunun durulma (rölaksasyon) özelliklerinin farklı olduğunu bulmuştur (Damadian, 1971). Damadian, manyetik alan odaklamalı bir NMR cihazı geliştirerek, görüntü elde etmede ve in vivo dokuların durulma sürelerini ölçmede kullanmıştır (Damadian, 1977). Damadian yapmış olduğu

çalışmaların sonunda; durulma zamanları uzun olan kanserli dokuların MR görüntüsünün daha radyopak ve durulma zamanları kısa olan sağlıklı dokuların MR görüntüsünün ise daha radyolüsent olduğunu gösteren ilk kişi olmuştur.

Bu alanda diğer önemli bir gelişme ise De Paul C. Lauterbur'un, Zeugmatografi diye adlandırılan, daha etkin bir görüntüleme tekniğini geliştirmesi olmuştur (Lauterbur, 1975). Lauterbur, lineer manyetik alan gradientlerini kullanan MR cihazlarının keşfine yol açmış ve keşfinden dolayı 2003 yılında tıp ve fizyoloji alanında Nobel Ödülü almıştır. Hinshaw ve Mansfield de, kesit belirleme ve iyi görüntü elde etmeyi temsil eden Multiple Sensitive Point Tekniğini (kesit belirleme gradienti, faz kodlama gradienti ve frekans kodlama gradienti) bularak, MR cihazlarının teknik olarak geliştirilmesine ve bu cihazlarla daha iyi görüntü elde edilmesine çok önemli katkılarda bulunmuşlardır (Hinshaw, 1976; Mansfield,1977). Daha sonra normal, tümör ve kanserli dokuların  $T_1$  (spin-örgü durulma zamanı) ve  $T_2$  (spin-spin durulma zamanı) durulmaları arasındaki farklar (yani sinyal şiddetleri arasındaki farklar),  $T_1$  ve  $T_2$ -ağırlıklı filmler yardımı ile görüntüye aktarılmıştır (Weinreb ve ark., 1984). Bu çalışmalar, hastalıklı doku içindeki madde ve iyon konsantrasyonu ile kontrastı (tanıyı) karşılaştırmayı baz alacak şekilde devam etmiştir (Drayer ve ark., 1986; Siegelmen ve ark., 1991; Vymazal ve ark., 1999).

Bilgisayarın bilim hayatına girmesinden sonra MR'da kullanılan puls sistemi ve elektroniğin ilerlemesine paralel olarak da, MR da kullanılan bazı donanımlar geliştirilmiştir. Ultrason ve BT (bilgisayarlı tomografi) ile kıyaslandığında hem morfolojik hem de fonksiyonel değerlendirmeye izin veren bir esneklikle, günümüzde yüksek yumuşak doku kontrastı sunan tek seçenek MR'dır.

NMR 1980'lı yılların ikinci yarısından itibaren Dişhekimliği alanında uygulanmaya başlamıştır (Mlosek ve ark, 1987; Carr ve ark, 1987; Lissac ve ark; 1987). MR görüntülemenin bu alandaki uygulanabilirliğini ve üstünlüklerini analiz eden makalelerin sayısındaki artmaya paralel olarak kullanımı da artmıştır (Rypens ve ark., 1999; Gahleitner ve ark., 1999; Langlais ve ark, 2000; Farman ve ark., 2002; Hassfeld ve ark., S, 2001;. Bouserhal ve ark., 2002; Salvolini ve ark., 2002; Gray ve ark., 2003; Okano ve ark., 2003; Beer ve ark., 2004; Montagnani ve ark., 2005; Chiba ve Echigo, 2005; Porto ve ark., 2004; Byun ve ark., 2005; Tanaka ve ark., 2001; Tamura ve ark., 2003; Goto ve ark, 2005; Kahn ve ark., 2003; Valentini ve



ark., 2005; Wakoh ve ark., 2003; Cevindanes ve ark., 2005; Olt ve Jakop, 2004; Koutroumanidis ve ark., 2001; Hubalkova ve ark., 2002; Shafiei ve ark., 2003; Kress ve ark., 2004; Minowa ve ark., 2003; Weglarz ve ark., 2004; Horowitz ve ark., 2005). MR'ın bu bölgede kullanımının diğer yöntemlere üstünlüğü, hem T<sub>1</sub>-ağırlıklı ve hem T<sub>2</sub>-ağırlıklı iki metot ile görüntü alabiliyor olmasıdır. Ayrıca her açıdan (Koronal, saggital ve axial) görüntü alabilme yeteneğinin olması, hastaların radyasyon alma riskinin hiç olmaması ve kontrast kullanımı yolu ile görüntü kalitesinin daha iyi hale getirilebilir olması diğer avantajlarıdır. MR konservatif dış tedavisinde kullanılan materyallerin incelenmesinde (Koutroumanidis ve ark., 2001; Hubalkova ve ark., 2002; Shafiei ve ark., 2003), pulpa kan akım hızının ve vitalitesinin araştırılmasında (Kress ve ark., 2004), çürük kavitelerinin ve dental anestezinin oftalmik komplikasyonlarının incelenmesinde (Minowa ve ark., 2003; Weglarz ve ark., 2004; Horowitz ve ark., 2005) kullanılmıştır.

MR, özellikle çene cerrahisi alanında oldukça sık kullanılmaktadır: MR Görüntüleme (MRG) implant cerrahisinde (Mlosek ve ark, 1987; Hassfeld ve ark, S, 2001; Bouserhal ve ark, 2002; Salvolini ve ark, 2002; Gray ve ark, 2003), temporomandibuler eklemin görüntülenmesinde (Carr ve ark., 1987; Beer ve ark., 2004; Montagnani ve ark., 2005; Chiba ve Echigo, 2005; Porto ve ark., 2004; Byun ve ark., 2005; Seyfioğlu Polat ve Altun, 2004), çiğneme kaslarının fonksiyonlarının incelenmesinde (Tanaka ve ark., 2001; Tamura ve ark., 2003; Goto ve ark., 2005) ve maxillo-fasial bölge deformitelerinin değerlendirilmesinde (Kahn ve ark., 2003; Valentini ve ark., 2005) yaygın olarak kullanılmaktadır. MR'ın maxillofasial cerrahide en önemli uygulama alanlarından biriyse; maxillofasial bölge, özellikle paranasal sinüs neoplazmaların görüntülenmesi ve bu tümoral kitlelerin orbita ve kranial fossa gibi önemli anatomik bölgelere yayılımlarının değerlendirilmesi olmuştur (Wakoh ve ark., 2003; Cevindanes ve ark., 2005; Olt ve Jacop., 2004). Manyetik rezonansın çene cerrahisine olan katkısı burada verilen az sayıda örneklerle sınırlı değildir. Bu anlamda daha birçok örnek verilebilir. Bunların en önemlilerinden birisi, tezimizin konusunu oluşturan, çene kist ve tümörleri ile ilgili çalışmalardır (Skaleric ve ark., 1987; Isoda ve ark., 1993; Minami ve ark., 1996; Erasmus ve ark., 1998; Timmer ve ark., 1998; Matsuura ve ark., 1999; Galletti ve ark., 2000; Hisatomi ve ark., 2000; Konouchi ve ark., 2002 ; Wakoh ve ark., 2002;

Asaumi ve ark., 2003; Hisatomi ve ark., 2003; Kress ve ark., 2003; Kurabayashi, 2006; Kress ve ark., 2003; Palacios ve ark., 2004; Erol ve ark., 2004; Rapidis ve ark., 2004; Taguchi ve ark., 2005).

Bu anlamda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda kist sıvısının içeriğindeki madde ve iyonların MR ve NMR  $T_1$  ve  $T_2$  durulma süreleri ve dolayısıyla kontrasta olan etkileri araştırılmıştır. Böylelikle tanı ve ayırıcı tanı için ipuçları yakalanabilmektedir. (Erol ve ark., 2004)

MR ve NMR'ın kısaca tarihçesi, tanı amacıyla kullanım olanakları ve konu ile ilgili ön çalışmalar özetlendikten sonra tezimizin amacı ve yararları anahatlarıyla aşağıda belirtildiği gibidir.

Çalışmamızın asıl amacı MR ve NMR' ın kist sıvılarında tanı için kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

Buna bağlı olarak; tezimizde kist içeriğinde doğal olarak da bulunan mangan, bakır ve demir gibi iyonları ve albümin, kolesterol ve  $\gamma$ -globulin gibi organik maddeleri kist sıvısına dışardan ekleyerek; bu maddelerin her birinin  $T_1$  ve  $T_2$  durulma zamanlarını değiştirme etkinliğini (röleksivitelerini) saptamak hedeflenmiştir. Bu çerçevede;

a) Hangi madde ve iyonların kist sıvılarının  $T_1$  ve  $T_2$  durulmalarının değiştirmede daha etkili olduğunun belirlenmesi

b) Kist içeriğindeki madde ve iyonların, kist MR görüntülerindeki kontrasta olan etkileri açıklanabilmesi, yani röleksivite küçüklüğü veya büyüklüğünün ya da madde ve iyon azlığı veya çokluğunun kontrastı nasıl etkilediği sorusuna cevap bulunabilmesi

c) Çeşitli kist tiplerinin  $T_1$  ve  $T_2$  durulmaları arasındaki farkların nedeninin açıklanabilmesi, böylece çeşitli kist tiplerine ait  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin tanı için taşıdığı potansiyelin analizinin kolaylaşp kolaylaşmayacağı değerlendirilmesi tezimizin belirlenen amacına ulaşabilmemiz için araştırılması gerekli konulardır.

Çalışmamızda ayrıca, çeşitli kist tiplerinin  $T_1$  ve  $T_2$  durulmalarını MR ve NMR kullanarak ölçmek ve farklı grupların  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Böylece çeşitli kist tiplerinin  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin tanı potansiyelini analiz etmek mümkün olacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bilindiği üzere kistler; merkezden çevreye genişleyerek büyüyen içi solid veya semisolid materyal ile dolu, epitel ile çevrili patolojik boşluklar olarak tanımlanır (Rateitschak ve ark., 2004) ve genel anlamda odontojen ve nonodontojen olarak klasifiye edilirler (William ve ark., 1983; Gustav, 1979). Ayrıntılı olarak ise kistler çeşitli araştırmacılar tarafından sınıflandırılmaya ve bilimsel olarak adlandırılmaya çalışılmıştır. Bu klasifikasyonların bazıları tam olarak tatmin edici olmamıştır, çünkü bu sınıflamalar kistin gelişimini ve kökenini tanımlamada yetersiz kalmış ve oral cerrahlar, radyolog ve patoloğları ortak bir görüşte birleştirememiştir. Ortak bir orjinden çıkışları dikkate alınarak WHO (World Health Organization) Uluslararası Histolojik Tümör Serisi Sınıflamasında yer alan odontojenik kist sınıfına dahil olan kist tipleri 1971 yılında tanımlanmıştır. Bu sınıflamada kistler epitelli kistler başlığı altında incelenmiş; gelişimsel ve iltihabi kistler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Gelişimsel olanlar da odontojenik ve nonodontojenik olarak iki farklı grupta değerlendirilmiştir.

Son yıllarda WHO epitelli kistleri yeniden değerlendirmiş (1992) ve aşağıda görülen alt başlıklar halinde sıralamıştır. (Türker M., Yücetaş Ş., 1999)

### **Epitelli Kistler**

#### **Gelişimsel Kistler:**

- **Odontojenik Kistler**
- Bebeklerdeki gingival kistler (Epstein inciler)
- Odonjenik keratokist (primordial kist)
- Dentigeröz (foliküler) kist
- Erüpsiyon kisti
- Lateral periodontal kist
- Yetişkinlerde görülen gingival kist
- Glandular odontojenik kist, sialoodontojenik kist
- **Nonodontojenik Kistler**
- Nazopalatin kanal (insiziv kanal) kisti
- Nazolabial (nazoalveoler) kist

### **İltihabi Kistler:**

- Radiküler kist

Apikal ve lateral radiküler kist

Rezidüel radiküler kist

- Paradental (iltihabi kollateral, mandibular enfekte bukal) kist. (Türker M., Yücetaş Ş., 1999)

Yine günümüzde odontojen ve nonodontojen tüm kistler için sıklıkla kullanılan, diğer bir sınıflama ise Bhaskar isimli araştırmacının 1986 yılında geliştirmiş olduğu sınıflamadır. Bu klasifikasyona göre;

### **Odontojenik Kistler**

- Primordial
- Dentigeröz
- Multiloküler

(Mine organı veya folikülden orijin alırlar, topluca folküler kist de denir)

- Radiküler
- Residüel

(Malessez epitel artıklarından orijin alırlar)

- Odontojenik keratokist
- Kalsifiye odontojenik kist

(Mine organı veya malessez epitel artıklarından orijin alırlar)

### **Nonodontojenik (Hemorajik) Kistler**

- Median palatin
- Median alveoler
- Globulomaksiller
- Nazoalveoler
- Median mandibular

(Yüz yapılarının birleşme yerlerindeki kalıntı epitelden orijin alırlar, bu nedenle fissural kistler de denilir)

### **Nonepitelyal Kistler (psödokistler)**

- Travmatik
- İdiopatik kemik kavitesi
- Anevrizmal kemik kisti

Bhaskar'ın bu sınıflaması kliniklerde en en fazla kullanılan sınıflama olma özelliğini yıllarca korumuştur.

Diğer taraftan değişik kist tipleri, orijinleri dikkate alınarak, ana başlık halinde odontojenik orijinli kistler ve non-odontojenik kistler olarak ayrılabilir (William ve ark., 1983; Gustav, 1979). Odontojenik kistler çene kemiklerinde sık görülen bir kist gurubudur. Odontojenik kistler içerisinde en çok karşılaşılan kist tipleri; dentijeröz, radiküler ve rezidüel kistlerdir. Kalsifiye odontojenik kist dışındaki bütün odontojenik kistler tipik kist tanımlamasına uyar ve her zaman olmasa da sıklıkla kemik ile çevrelenmişlerdir. Her bir odontojenik kist epiteli; diş jerminden, mine epitelinden, Hertwig epitel kınından, Malesses epitel kalıntılarında, dental lamina artıklarından ya da muhtemelen ağız epitelinin bazal tabakasından köken alabilir. (William ve ark., 1983; Gustav, 1979).

Nonodontojenik kistler ise; medyan palatinal, medyan mandibuler, globulomaksiller, nazoalveoler ve medyan alveoler kistdir. Nonepitelyal kistler ise travmatik kistler, idiopatik kemik kavitesi ve anevrizmal kemik kistidir. Diğer iskelet kemiklerinde olduğu gibi çenelerde de nadir rastlanan lezyonlardandır.

Nonodontojenik kistlerin etyolojisine yönelik olarak pek çok teori mevcuttur. Bu çerçevede hemorajik kistlerin etyolojisi de tam olarak bilinmemekle birlikte, bu kistlerin travmatik yaralanmayı takiben oluşan intramedüller hemorajiden kaynaklandığını savunan teori geniş kabul görmüştür (William ve ark., 1983). Travma sonrası meduller kemik boşluklarında oluşan hemoraji, çoğu olguda pıhtının organizasyonu, sonuçta da bağ dokusu ve yeni kemik oluşumuyla iyileşmektedir. Travmatik teori, hemorajik kistlerin oluşumunu bu iyileşme sürecinden bir sapma ile açıklamaya çalışır. Travmatik teoriye göre; yoğun kortikal kemikle çevrili hemopoetik ilik içeren bir spongios kemik bölgesinde yaralanmadan sonra pıhtı organizasyonunda bir bozukluk oluşur, açıklanamayan bazı nedenlerle bu pıhtı sonradan dejenere olur ve sonuçta kemik içinde bir kavitenin oluşumuna yol açar (William ve ark., 1983; Gustav, 1979). Travmatik teori bu süreci şöyle açıklar: Lezyonun gelişiminde; ilgili bölgedeki kemik trabekülünün rejenerasyonunun başlaması için biraz sağlıklı kemik iliği dokusu kalması gerektiği halde, pıhtı ve kemik iliği dejenere olur ve ilgili kemik trabekülü nekrotik hale gelir. Venöz drenajın sınırlanması nedeniyle, ödem infiltrate olarak genişler ve bölgede sabit bir ekspansiyon

başlar ve bu nedenle lezyonun hacmi artar. Bu ekspansiyon, kistin kortikal kemiğe ulaşması ile durmaya eğilimlidir.

Kistlerin tanısı ve tiplerinin doğru teşhisi, klasik olarak, klinik ve radyolojik bulgularla yapılan muayeneyle birlikte mikroskopik analizlerin sonucuna bağlıdır. Günümüzde yapılmakta olan kist tipinin cerrahi öncesi doğru tanısına olanak sağlaması muhtemel MR ve NMR çalışmaları da gelecekteki çalışmalara ışık tutacaktır.

Kistlerle ilgili olarak verilen genel bilgilerin ardından MR ve NMR hakkında özetle bazı fiziki bilgilerin verilmesinin yararlı olacağı kanısındayız.

## 2.1. Yapılan Ölçümlerin Tanı ile İlişkilendirilmesi

Konvansiyonel radyografiler, biyopsi metodları ve laboratuvar analizlerinin yanısıra giriş kısmında tarihi seyri verilen çalışmalardan anlaşılacağı üzere MR, Tıp ve Diş hekimliğinde çok önemli bir inceleme ve tanı aracı olarak kullanılmaktadır. Tümöral ve kistik oluşumların kontrasta dayalı tanısı, bu patolojik proseslerin MR görüntüsünün civar sağlıklı dokular ile karşılaştırılması esasına dayanmaktadır (Minami ve ark., 1996; Galletti ve ark., 2000; Kurabayashi, 2006).

Kist sıvısının total maddesi içinde çeşitli iyon ve proteinler bulunmaktadır (Timmer ve ark., 1998; Harnish, 1974). Ayrıca kist içeriğindeki total madde değişimlerinin,  $T_1$  ve  $T_2$  yi değiştirerek, kontrastı etkilediği de bilinmektedir (Timmer ve ark., 1998; Erol ve ark., 2004). Bu bilgilere dayanarak yapılan çalışmalarda; kist yapısında bulunan maddeleri kiste ekleyerek,  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksasyon (durulma) zamanlarındaki değişimin (rölaksivite) incelenmesinin tanı ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir. (Timmer ve ark., 1998; Erol ve ark., 2004).

Ayrıca MR'ın normal bir sıvıyı hastalıklı olandan ayırma (tanı) yeteneğini anlayabilmek için, önce bu farklı sıvıların NMR  $T_1$  ve  $T_2$  durulma zamanlarının in vitro ölçümü yapılabilen ve elde edilen durulma zamanları karşılaştırılarak bir sonuca ulaşılabilmektedir (McLachlan, 1980; De Certaines ve ark., 1981; Koivula ve ark., 1982). Benzer deneyler vücut içindeki sıvı ve dokuların in vivo MR görüntülemesi yolu ile de gerçekleştirilebilir. Bu durumda karşılaştırmalar;  $T_1$  ve  $T_2$  ile doğrudan ilintili olan sinyal şiddetleri üzerinden de yapılabilir (Weinreb ve ark., 1984; Brooks ve ark., 1995).

Diğer yandan değişik kist gruplarının  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin birbirinden anlamlı olarak farklı olduğu bilinmektedir (Minami ve ark.,1996; Erol ve ark., 2004). Bu farklılık, kist  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin tanı potansiyeli taşıdığını öngörmektedir. Buna bağlı olarak; değişik kist tiplerinde (madde ya da iyon katılmamış) yapılan  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin de kist tanısı ile doğrudan ilintili olduğu rapor edilmiştir. (Minami ve ark.,1996; Erol ve ark., 2004).

## 2.2. Konu ile İlgili Önceki Çalışmalar

### Dışarıdan Madde ve İyon Eklenmesi (Röleksivite Ölçümleri) ile İlgili Bazı Çalışmalar

Literatürde; kan ve serum gibi vücut sıvılarına iyon ve madde eklenerek, NMR ve MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin yapıldığı bir çok araştırma mevcuttur.

-Kang ve ark., 1984; kan, serum ve plazmaya Mn(II), Gd(III); Cr(II), Fe(II), Cu(II), Co(II) ve Ni(II) gibi iyonları artan konsantrasyonlarda ekleyerek  $T_1$  ve  $T_2$ 'leri ölçmüşler ve her bir iyonun röleksivitesini araştırmışlardır. Bu çalışmada serum proteinlerinin röleksivite ile kan, serum ve plazmadaki total protein röleksivite saptanmıştır. Çalışma sonucuna göre; kan, serum ve plazmada doğal halde bulunan bu iyonların röleksivite değiştirme etkinliklerinin farklı olduğu saptanmıştır.

-Barnhart ve ark., 1985; su, %4 lik insan serum albümini, köpek plazması, köpek safra sıvılarının NMR  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerini, bu sıvılara eklenen Mn(II) konsantrasyonlarıyla karşılaştırarak incelemişlerdir. Bu çalışmada, Mn(II)'nin her bir sıvının durulma zamanını kısalttığı (durulma oranlarını arttırdığı) gözlenmiştir.

-Barnhart ve Berk, 1986; su, %4 lik insan serum albümini, köpek plazması ve köpek safra sıvılarının NMR  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerini, bu sıvılara eklenen Mn(II), Gd(III); Cr(II), Fe(II), Cu(II), Co(II) ve Ni(II) konsantrasyonları ile karşılaştırmışlardır. Eklenen her bir iyonun, incelenen her bir sıvının durulma zamanını kısalttığı (durulma oranlarını arttırdığı) gözlenmiştir. Yapılan incelemelerden her bir iyonun röleksasyon değiştirme etkinliği (röleksivite) saptanmış ve Mn(II) ve Gd(II)'ün  $T_1$  ve  $T_2$  yi etkili bir şekilde kısalttığı ortaya konmuştur.

-*Raeymaekers ve ark., 1988;* Serum  $1/T_1$  oranını protein konsantrasyonu ile karşılaştırmışlar ve bulunan lineer ilişkiden rölaksivite değerlendirilmeleri yapmışlardır.

-*Schuhmacher ve ark., 1990;* Serum durulma oranları ile  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri arasındaki ilişkiyi araştırarak rölaksivite tayinleri yapmışlardır .

### **Doğal Kist MR $T_1$ ve $T_2$ Ölçümleri ile İlgili Yapılan Çalışmalardan Bazıları**

Diğer yandan hiçbir şey katılmayan yani doğal kist örneklerinde yapılan  $T_1$  ve  $T_2$  çalışmalarıyla ilgili olarak literatürde mevcut olan araştırmaların özetleri aşağıda verilmiştir:

-*Skaleric U. ve ark'nun,* (1987) yapmış oldukları çalışmada;  $T_1$  ve  $T_2$  durulmasının dişler ve çevre dokuların görüntülemesindeki önemi ve tanı için taşıdığı potansiyel tartışılmıştır.

-*Isoda H. ve ark.,* (1993) ise yapmış oldukları çalışmada; maksiller kemikte lokalize kistlerin postoperatif incelenmesinde MR karakteristiklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada MR ile incelenen 32 kistten 31'inin sınırlarının belirgin olduğu saptanmıştır (%96.9). Ayrıca 19 kistin düzgün sınırlı (59.4%) ve 13 kistin düzensiz marjnlere sahip olduğu (40.6%) belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca bu kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$  ağırlıklı sinyal şiddetleri de analiz edilmiş;  $T_2$ -ağırlıklı görüntülerden elde edilen yüksek sinyal şiddetleri yolu ile, kistlerin tümör ve kanser türlerinden ayrılacağı ve MR görüntülemenin ayırıcı tanı için yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

-*Minami M. ve ark.,* (1996) tarafından yapılan araştırmada, maksillo-mandibuler bölgenin kistik lezyonları MR ile incelenmiştir. İnceleme odontojenik keratokistler, kistik ameloblastomalar ve maksillo-mandibuler bölgenin diğer kistleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme  $T_1$  ve  $T_2$  ağırlıklı sinyal şiddeti ve  $T_2$  durulma zamanı dikkate alınarak yapılmıştır. Yapılan çalışmada; odontojenik keratokistlerin ameloblastomalardan ayırt edilebilir olduğu, diğer tüm kistlerin ise odontojenik keratokistlere benzer MR özellikleri taşıdığı saptanmıştır.

-*Erasmus JH. ve ark.,* (1998) yaptıkları çalışmada; MR görüntüleme ve histolojinin santral kalsifiye odontojenik kistin tanı sürecindeki rollerini tartışmışlardır. Çalışma sonucuna göre MR'ın tanı için potansiyel yararı olduğunu bildirmişlerdir.



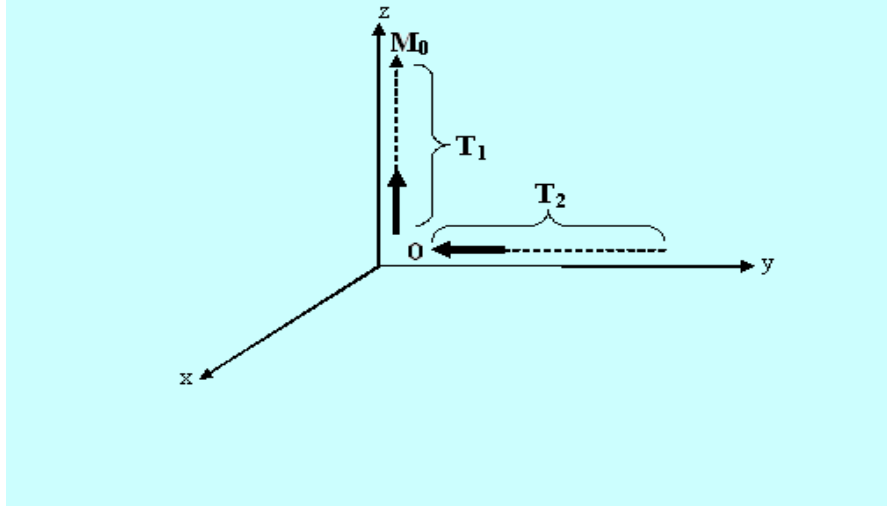
-*Timmer FA. ve ark.*, (1998) yaptıkları bir çalışmada; kist içeriğinin kimyasal yapısı ile MR ve BT karakteristikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Yüksek protein ve yüksek viskositenin atipik MR bulgularının nedeni olduğunu saptamışlardır.

-*Matsuura S. ve ark.*, (1999) tarafından yapılan çalışmada; mandibulada gelişen bir anevrizmal kemik kisti vakasını sunulmuştur. Lezyon içindeki sıvı ve sıvı seviyesi MR ile izlenmiş ve MR'ın preoperatif tanı için yararlı olabileceği vurgulanmıştır.

### 2.3. Sıkça Kullanılan Bazı MR Kavramları

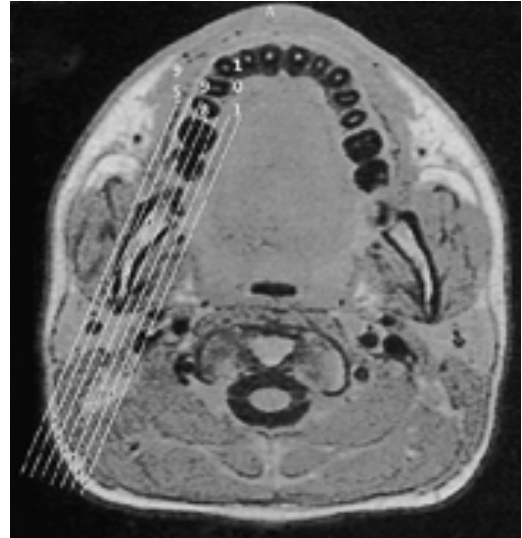
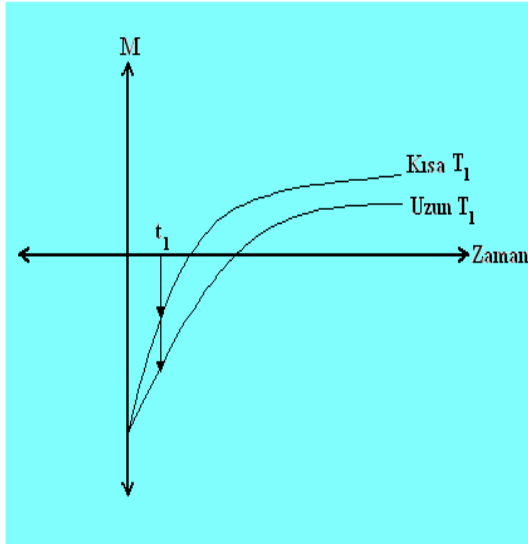
**Mıknatıslanma ya da sinyal şiddeti :** MR ile değerlendirilen örneklerin içinde spin denilen küçük mıknatıslar vardır. Böyle bir örnek MR cihazına konulduğunda, bu spinlerin (küçük mıknatısların) çoğu yukarıya doğru olan dış manyetik alana paralel yönelir. Aynı yönde yönelen spinlerin bileşkesi büyük bir mıknatıslanma oluşturur. Böyle bir mıknatıslık, sinyal şiddeti olarak da adlandırılır (Mansfield ve Morris, 1982).

**T<sub>2</sub> Spin-Spin ve T<sub>1</sub> Spin-Örgü Durulma Zamanları :** MR cihazına koyulan bir örnekte meydana gelen mıknatıslanma, yukarı doğrudur. RF (radyo frekans) pulsü uygulandıktan sonra, sözkonusu mıknatıslanma y-ekseni yönüne yatar. Puls kesildikten sonra, söz konusu mıknatıslanma zamanla küçülerek sıfıra gider. y-ekseni yönüne yatan mıknatıslanmaların ilk durumundan, küçülüp sıfır olmasına dek geçen süreye T<sub>2</sub> spin-spin durulma zamanı denir. z-ekseni yönündeki mıknatıslanmanın, sıfırdan başlayarak, ilk değerini (M<sub>0</sub>) alması için geçen süreye T<sub>1</sub> spin-örgü durulma zamanı denir (Mansfield P. ve Morris, 1982). Bu süreçler şekil 1' de şematize edilmiştir.



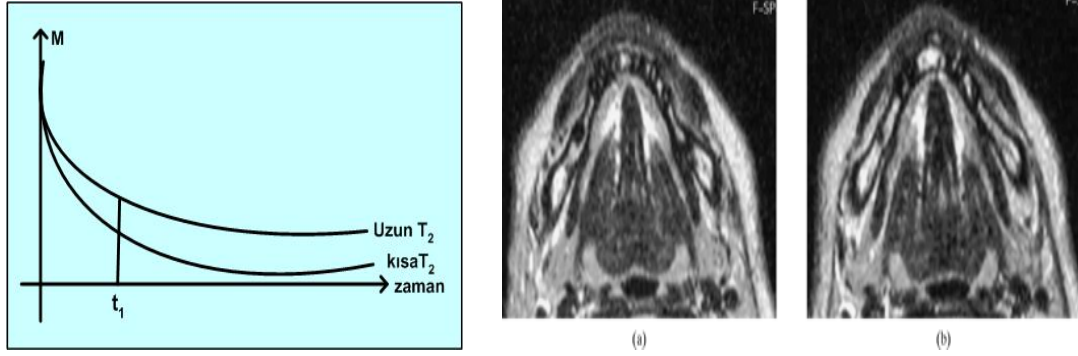
Şekil 1. Spin-spin ( $T_2$ ) ve Spin-örgü ( $T_1$ ) durulma süreçleri

**$T_1$ -Ağırlıklı Film :** IR (Inversion Recovery) puls adımındaki parametreler kullanılarak elde edilen filmdir. Bir dokunun kısa ve uzun  $T_1$  sürelerini dikkate alan görüntü parametreleri kullanılıncaya, iyi kontrast elde edilir. Şekil 2’de izlendiği gibi,  $T_1$  ağırlıklı bir filmde  $T_1 = t_1$  seçilirse; sinyali büyük olan uzun  $T_1$ ’li madde filmde radyo-opak, sinyali daha küçük olan kısa  $T_1$  li madde ise filmde radyolüsent gözükür (Şekil 2), (Mansfield P. ve Morris; 1982; Tutton ve Goddard, 2002).



Şekil 2. Uzun ve Kısa  $T_1$ ’lerin bir arada bulunması durumunda sinyal şiddetleri.  $T_1$ -ağırlıklı MR Görüntüsü (Tutton ve Goddard, 2002)

**T<sub>2</sub>- Ağırlıklı Film :** Spin Eko adımındaki parametreler kullanılarak elde edilen filmidir. Bir dokudaki kısa ve uzun T<sub>2</sub> sürelerini dikkate alan ölçüm parametreleri kullanılmıca, Şekil 3’de görüldüğü gibi, iyi kontrast elde edilir.



Şekil 3. Uzun ve kısa T<sub>2</sub> lerin bir arada bulunması durumunda sinyal şiddetleri. Sağdaki T<sub>2</sub>-ağırlıklı filmin görüntüsü (Tutton ve Goddard, 2002)

T<sub>2</sub> ağırlıklı bir filmde TE= t<sub>1</sub> olarak seçilirse; sinyali küçük olan kısa T<sub>2</sub>’li madde filmde koyu, sinyali daha büyük olan uzun T<sub>2</sub>’li madde ise filmde radyo-opak görülür. Sağdaki T<sub>2</sub>-ağırlıklı görüntüdeki radyoopak alanlar sinyalin şiddetli olduğu yani T<sub>2</sub>’nin uzun olduğu yerleri (madde az) ve radyolüsent alanlar ise sinyalin zayıf yani T<sub>2</sub>’nin kısa (madde çok) olduğu yerleri göstermektedir (Mansfield ve Morris, 1982).

## 2.4.Rölaksivite, Kontrast-Rölaksasyon, Kontrast-Kist İçeriği ve

### Kontrast-Rölaksivite İlişkisi

Literatürde; bir kist örneğinin doğal ( $1/T_{1kist}$ )’ inin ölçümü ve ardından bu örneğe konsantrasyonu C olan iyon ya da protein (materyal) ekledikten sonra, ( $1/T_{1kist+materyal}$ )’ nin ölçümünün ardından, kist içine eklenmiş olan materyal bulunduğu son ölçülen değerin daha küçük olacağı bildirilmiştir. ( $1/T_{1kist+materyal}$ )-(1/T<sub>1kist</sub>) farkını, bu farka sebep olan materyal konsantrasyonu olan C’ ye bölümünden elde edilen sayı T<sub>1</sub> rölaksivitesi olarak adlandırılmakta ve R<sub>T1</sub> ile gösterilmektedir (Kang ve ark.,1984; Barnhart ve ark., 1985; Barnhart ve Berk,1986, Raeymaekers ve ark.,1988; Schuhmacher ve ark., 1990; Olszewski and Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 1999; Coroiu, 1999; Yılmaz ve ark., 2004; Marzola ve

Cannistraro,1986; Coroiu ve Cristea, 2005). Benzer şekilde  $T_2$  rölaksivitesi olan  $R_{T2}$  ve bu durumda proton  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelemeleri de aşağıdaki araştırmacılar tarafından tanımlanmış,

$$R_{T1} = (1/T_{1maddeli \ cözelti} - 1/T_{1maddesiz \ cözelti})/C \quad (1)$$

$$R_{T2} = (1/T_{2maddeli \ cözelti} - 1/T_{2maddesiz \ cözelti})/C \quad (2)$$

şekilde formüle edilmiştir. Bu formüller madde rölaksivitesinin tanımını verir, bu terim aynı zamanda proton rölaksivitelemeleri olarak da adlandırılmıştır (Kang ve ark.,1984; Schuhmacher ve ark., 1990; Olszewski ve Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 2004). Bir iyonun proton  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelemeleri de ( $R_{T1}$  ve  $R_{T2}$ ) , (1) ve (2) denklemlerindeki gibi tanımlanmıştır (Barnhart ve ark., 1986; Yılmaz ve ark.,1999; Coroiu ve Cristea, 2005). Aynı araştırmacılar iyon rölaksivitesinin tanımını için de madde yerine iyon kelimesinin yazılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kist sıvısının içeriğinde birçok madde ve iyon bulunduğundan, bu tip örnekler için total rölaksivite tanımını yapmanın ve kontrast analizinde total rölaksiviteyi kullanmanın daha doğru bir yol olacağı rapor edilmiştir. (Barnhart ve ark., 1986; Yılmaz ve ark., 1999; Coroiu ve Cristea, 2005). Bir kist örneğine ait içeriğin total rölaksivitesi, o kistin madde ve iyonlarının bireysel rölaksivitelemelerinin bileşiminden elde edilmektedir (Olszewski ve Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 2004). Bu durumda bir kist sıvısının total rölaksivitesi

$$R_T = (C_{man}/C_T)R_{man} + (C_{dem}/C_T)R_{dem} + (C_{bak}/C_T)R_{bak} + (C_{alb}/C_T)R_{alb} + (C_{kol}/C_T)R_{kol}.....(3)$$

olarak yazılmalıdır (Olszewski ve Baranowska,1993). Burada  $R_T$  total madde rölaksivitesini,  $R_{man}$ ,  $R_{dem}$ ,  $R_{bak}$ ,  $R_{alb}$  ve  $R_{kol}$  ise mangan, demir, bakır, albümin ve kolesterolun rölaksivitesini temsil etmektedir.  $C_T$  total içerik konsantrasyonunu ve diğer  $C$ 'ler ise bireysel madde ve iyon konsantrasyonunu göstermektedir. Rölaksivitesi büyük ve konsantrasyonu fazla olan maddeler, total rölaksiviteye büyük katkıda bulunmaktadır. (Olszewski ve Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 2004).

Diğer yandan bir organın farklı bölgelerinin MR görüntü farkına ya da iki örneğin MR filmleri arasındaki görüntü farkına kontrast denilmektedir (In Den Kleef ve Cuppen, 1987; Bakker ve Moerland, 1989). Bir organın MR görüntüsü, o organdaki su sinyal şiddeti tarafından oluşturulur (In Den Kleef and Cuppen, 1987; Bakker and Moerland,1989). Görüntü farkı ise, iki bölgenin su sinyal şiddetleri arasındaki farklar yolu ile oluşturulmaktadır. Sonuç olarak kontrastın, ilgili bölgelerin sinyal şiddet farkları tarafından meydana getirildiği bilinmektedir. MR filmlerindeki kontrastı sağlayan sinyal şiddeti  $T_1$  ve  $T_2$  ile orantılıdır (In Den Kleef ve Cuppen, 1987; Bakker ve Moerland, 1989). Dolayısıyla MR filmlerindeki açıklık ya da koyuluk aslında  $T_1$  ve  $T_2$  tarafından meydana getirilmektedir. Bu filmlere  $T_1$ -ağırlıklı ya da  $T_2$ -ağırlıklı film denilmesinin sebebinin bu olduğu açıklanmıştır. Ayrıca bir örneğin  $T_1$  ve  $T_2$ 'sinin, o örneğin madde ve iyon miktarları tarafından değiştirildiği de bilinmektedir. Özetle MR filmlerindeki kontrast temelde madde ve iyon konsantrasyonları ile ilişkilidir (Kang ve ark., 1984; Raeymaekers ve ark., 1988; Olszewski ve Baranowska, 1993; Coroiu, 1999; Yilmaz ve ark., 2004; Coroiu ve Cristea, 2005).

Bir örneğin  $T_1$  veya  $T_2$ 'sinde oluşan değişimin, o değişimi meydana getiren madde ya da iyon konsantrasyonuna oranı rölaksivite olarak tanımlandığından; MR filmindeki görünüş rölaksivite ile de direkt ilişkilidir. Buna bağlı olarak bireysel rölaksivite kontrasta katkıda bulunan sayılar, total rölaksivite ise doğrudan doğruya kontrastı temsil eden bir sayı olarak yorumlanmaktadır. Denklem 3'te görüldüğü üzere total rölaksivite, bireysel rölaksivite ve bireysel konsantrasyon değişimlerinden etkilenmektedir. Yani kistlerin içeriği madde cinsi ve konsantrasyon yönünden değişime uğradıkça, total rölaksivitenin değişime uğraracağı bilinmektedir. Literatürde bu değişimin; MR filmlerinde görünüş farkları olarak karşımıza çıkacağı belirtilmiştir. Buna bağlı olarak bir kist MR filmi radyo-opak ise, o kistin içeriği ile ilgili toplam rölaksivitenin küçük ve kistin içindeki maddenin az olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Ayrıca araştırmacılar bir kistin MR filminin radyolüsent olduğu durumlarda, o kistin içeriği ile ilgili toplam rölaksivitenin büyük ve kistin içindeki maddenin çok olduğunu rapor etmişlerdir. (Kang ve ark., 1984; Raeymaekers ve ark., 1988; Olszewski ve Baranowska, 1993;

Coroiu, 1999; Yilmaz ve ark., 2004; Coroiu ve Cristea, 2005). Durum bir örnek üzerinde özetlenecek olursa;

*Küçük  $1/T_1$  → az madde → küçük total  $T_1$  rölaksivitesi → filmde opasite*

*Küçük  $1/T_2$  → az madde → küçük total  $T_2$  rölaksivitesi → filmde opasite*

*Büyük  $1/T_1$  → çok madde → Büyük total  $T_1$  rölaksivitesi → filmde radyolüsensi*

*Büyük  $1/T_2$  → çok madde → Büyük total  $T_2$  rölaksivitesi → filmde radyolüsensi*

## 2.5 İn vitro Rölaksivite Ölçümleri Ne İşe Yarar ?

a) Rölaksiviteler tanı amaçlı olarak kullanılabilir. Bu amaçla geliştirilen beyin perfüzyon analizi programının giriş kısmı Şekil 4’de verilmiştir (Cotton ve Hermie, 2006).

Quantification parameters

Modality:  MRI  X-ray CT

Scan TE:  milliseconds

Arterial relaxivity:   $s^{-1} mol^{-1}$

Tissue relaxivity:   $s^{-1} mol^{-1}$

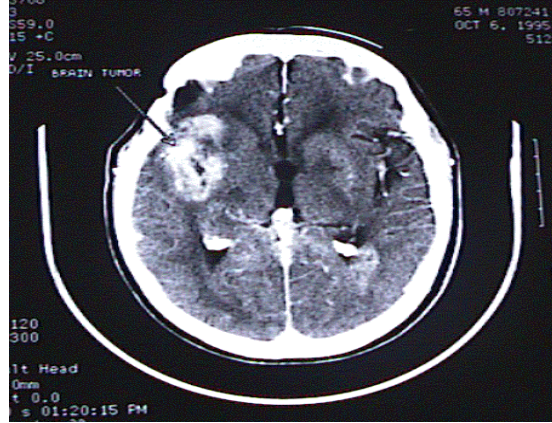
Arterial haematocrit:

Tissue haematocrit:

SVD threshold:  % of maximum singular value

Şekil 4. Beyin perfüzyon analizi programının giriş kısmı (Cotton and Hermie, 2006).

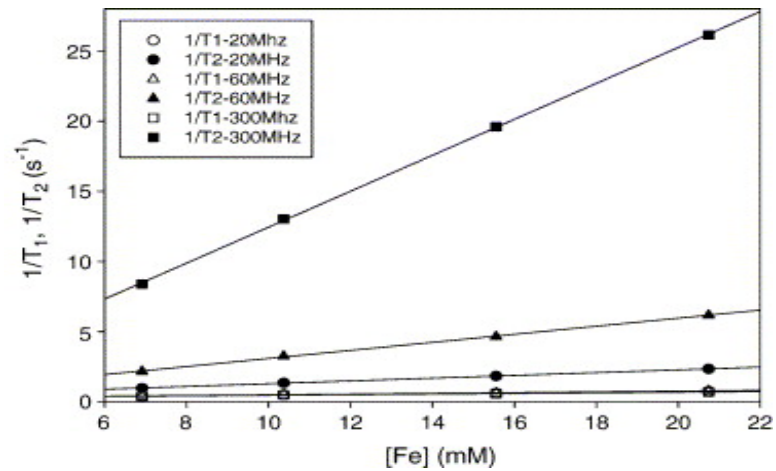
Bu çalışmada sunulan programın giriş kısmında görüldüğü üzere; arter ve doku, rölaksivite yolu ile sayılandırılmıştır. Aynı araştırmada, aşağıdaki görüntüdeki tümoral bölgenin küçük bir rölaksivite değeri ile, etrafındaki normal dokunun daha büyük bir rölaksivite değeri ile sayılandırıldığı Şekil 5’de belirtilmiştir.



Şekil 5. İntrakraniyal bölgede lokalize tümöral kitleyi görüntüleyen MR kesiti

Bu tip programların yapılabilmesi için; çeşitli vücut sıvıları, organlar ve patolojik oluşumlardaki madde ve iyonların rölaksivitelevlerinin öncelikle in vitro olarak saptanmasının gerekli olduğu bilinmektedir. Aynı çalışmaların daha sonra in vivo olarak yapılması zorunludur. Bu nedenle in vitro rölaksivite çalışmaları, bu tip programların hazırlanışı ile ilgili çalışmaların en alt basamağını oluşturur (Cotton ve Hermie, 2006).

b) In vitro rölaksivite ölçümleri, ayrıca bazı organlardaki iyon ya da madde miktarlarının saptanmasına yarar. İyon ve madde miktarlarının saptanması da tanı amacına hizmet eder (Gossuin ve ark., 2005; Anderson ve ark., 2001; Wood ve ark., 2005; Isokawa ve ark., 1997; Frank ve ark., 1991; Aisen ve ark., 2004; Mavrogeni ve ark.,1998).



Şekil 6. Evolution of 1/T1 and 1/T2 with iron concentration for human spleen ferritin at 20, 60 and 300 MHz (Gossuin ve ark., 2005'den alınmıştır).

c) Son olarak; yüksek rölaksiviteli maddeler kontrast elemanı olarak seçildiğinden, rölaksiviteler kontrast madde geliştiriminde kullanılırlar (Engström ve ark, 2006).

## **2.6. Doğal Kist MR $T_1$ ve $T_2$ Ölçümlerinin Frekansa Bağlılığı**

Protein çözeltilerinin ve dokuların  $T_1$  ve  $T_2$  durulmalarının frekansa bağlılığı sıkça incelenen bir konudur. Literatürde  $T_1$  ve  $T_2$  zamanlarının, 0-10 MHz aralığında frekansa güçlüce bir şekilde bağlı olduğu ve 10 MHz'den sonra frekansa bağlılığın azaldığı ve 20 MHz -63MHz arasında ise frekansa bağlılığın hemen hemen hiç olmadığı rapor edilmiştir (Koenig ve Schillinger, 1969; Koenig ve ark., 1975; Grösch ve Noack, 1976 ).



## 3. GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1.MRG ile Yapılan Rölaksivite Deneyleri

#### 3.1.1. Kist Sıvısı Örneklerinin Toplanması

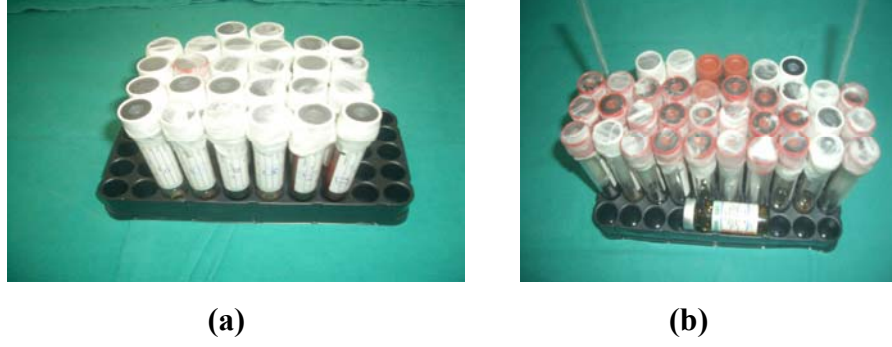
Rölaksivite ölçümleri; tek tip, homojen ve büyük miktarda kist sıvısı kullanımını gerektirdiğinden ve uzun bir beklemenin kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$  sini değiştirme riski göz ardı edilemeyeceğinden, deneyler iki kademe gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız kliniğimizde kist tanısı konulan ve tedavi edilen hastalardan öncelikle 26 ve sonra 36 olmak üzere toplam 62 kist örneği alınarak yapılmıştır.

26 örnek (16 odontojen, 10 kan hücresi içeren) artan konsantrasyonlarda organik madde ve iyon ilave edilerek yapılan MR rölaksivite tayini için kullanıldı. Son grupta toplanan 36 serilik hastadan alınan kist sıvısı örnekleri ise NMR çalışmalarında kullanıldı. Çalışma kapsamındaki olgularımıza ait örnekler odontojen (ağırlıklı olarak radiküler) ve kan hücresi de içeren kist olgularıydı. Toplanan kist örnekleri klinik, radyolojik ve histopatolojik bulgulara dayanılarak sınıflandırılmıştır.

Örnekler 2500 devirde santrifüj edilerek, ponksiyon esnasında istemeden kontamine olan kan ayrıştırılmaya çalışıldı ve (-2) derecede korundu. Toplanan kist örneklerinden kan kontaminasyonu santrifüj ile temizlenemeyenler, kan hücresi içeren kist grubuna dahil edildi.

MR çalışması için kan kontaminasyonu olmayan kistler (16 örnek) birleştirilerek odontojenik kist havuzu oluşturuldu. Böylece odontojenik kistler için tek tip ve homojen bir kist sıvısına sahip olundu. Bu havuzdan alınan kist sıvısına, albümin, kolesterol gibi maddeler ve demir, bakır ve mangan gibi iyonlar eklenerek rölaksivite ölçümlerinde kullanıldı.

Toplanan kist örneklerinden santrifüj ile çöktürilemeyen kan ihtiva edenler yani kan hücresi de içerenler de kendi aralarında birleştirilerek ayrı bir homojen kist havuzu oluşturuldu. Bu havuzu oluşturmaktaki amaç, kan hücrelerinin rölaksiviteye olan etkilerini araştırmaktır. Bu nedenle bu tip kistlerde de ölçüm yapmanın, yararlı olacağı düşünüldü. Kan hücresi içeren kistlere, demir ve bakırın yanı sıra serum proteinleri olan albümin ve  $\gamma$ -globulin eklenerek rölaksivite ölçümlerinde kullanıldı. Toplanan kist sıvısı örnekleri şekil 7a ve 7b' de görülmektedir.



Şekil 7. Toplanan kist örnekleri

### 3.1.2. İlave Edilen Organik Maddeler ve İyonlar ve Konsantrasyonları

Çalışmamızda; odontojenik kist sıvılarına, bu tip kistlerin doğal ortamında bulunması olası demir, bakır, albümin ve kolesterol gibi maddeler eklendi. Kontrast maddelerin ana elemanı olduğu bilindiğinden, mangan da bu tip kistlere eklenerek incelendi. Kan hücresi içeren kistlere de, demir, bakır, albümin ve  $\gamma$ - globulin gibi maddeler ilave edildi. Manganın kanda etkili bir  $T_1$  ve  $T_2$  değiştiricisi olduğu önceden bilindiğinden, kan hücresi içeren kistlere mangan ilavesine gerek görölmedi. Ayrıca daha çok odontojenik kistlerde bulunduğundan, kan hücresi içeren kistlere kolesterol de ilave edilmedi. Diğer yandan  $\gamma$ -globulin, kandaki hücre içi sıvının önemli proteinlerinden biridir. Bu nedenle bu proteinin, kan hücresi içeren kistlerde daha çok miktarda bulunması muhtemeldir. Bu nedenle,  $\gamma$ -globulin de sadece kan hücresi içeren kistlere ilave edildi. Kistlere eklenen mangan sülfat ve demir nitrat Fluka Firması, bakır klorür Merk firması; albümin,  $\gamma$ -globulin ve kolesterol ise Sigma Firması tarafından üretilmiştir. Kistlere eklenen maddeler ve bu maddelerin tartımında kullanılan terazi Şekil 8’de görölmektedir.



Şekil 8. Kullanılan iyon ve organik maddeler ve tartım için kullanılan terazi

İyon ve madde eklenen kist örneklerinde, MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri yapılırken, kullanılan konsantrasyonlar aşağıda özetlenmiştir;

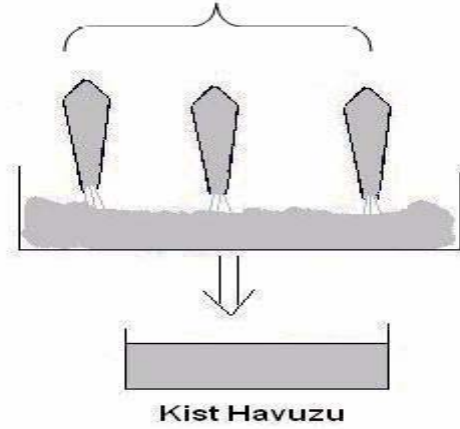
- I ml kist içinde 0.02g madde (%2 lik çözelti)
- I ml kist içinde 0.04g madde (%4 lük çözelti)
- I ml kist içinde 0.06g madde (%6 lık çözelti)
- I ml kist içinde 0.08g madde (%8 lik çözelti)
- I ml kist içinde 0.10g madde (%10 luk çözelti) olarak seçildi

*İyon eklenen kist örneklerinin konsantrasyonları ise*

- I ml kist içinde 5 $\mu$ g iyon
- I ml kist içinde 10 $\mu$ g iyon
- I ml kist içinde 15 $\mu$ g iyon
- I ml kist içinde 20 $\mu$ g iyon
- I ml kist içinde 25 $\mu$ g iyon olarak seçildi.

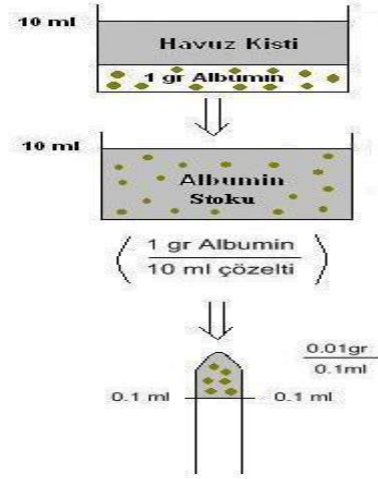
### 3.1.3. Örnek Setleri Hazırlama :

- a) Kan kontaminasyonu olmayan kist sıvıları karıştırılarak, odontojenik kist sıvısı havuzu elde edildi.
- b) Kan hücresi içeren kist sıvıları karıştırılarak, kan hücresi içeren kist sıvısı havuzu elde edildi. Bir kist sıvısı havuzunun elde edilişi Şema 1a'da görülmektedir.



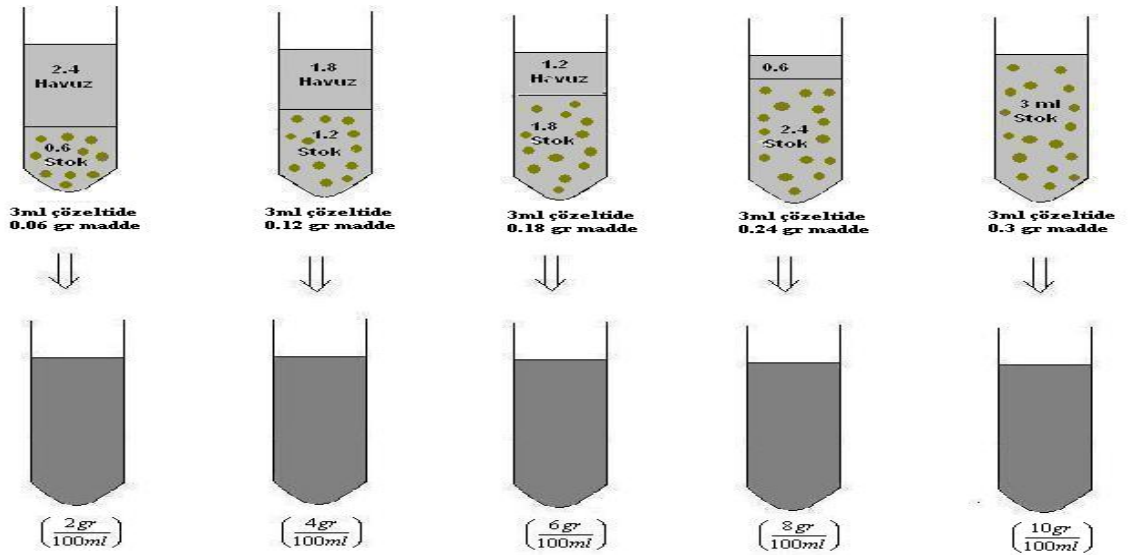
Şema 1a : Kist sıvılarının karıştırılmasından bir kist sıvısı havuzunun oluşturulması.

- c) 1 gr organik madde tartıldı, ölçülü bir behere kondu ve üzerine 10 ml hisasına dek odontojenik havuz kist sıvısı ilave edildi. Böylece odontojenik havuz kist sıvısı için madde stoku çözeltisi elde edildi. Yine 1 gr organik madde tartıldı, ölçülü bir behere kondu ve üstüne 10 ml hisasına dek kan hücresi içeren havuz kist sıvısı ilave edildi. Böylece kan hücresi içeren havuz kist sıvısı için madde stoku çözeltisi elde edildi. Bir organik madde stokunun hazırlanışı şema 1b'de görülmektedir.



Şema 1b. 1 gr albümin üzerine havuz kist sıvısı eklenerek oluşturulan madde stoku

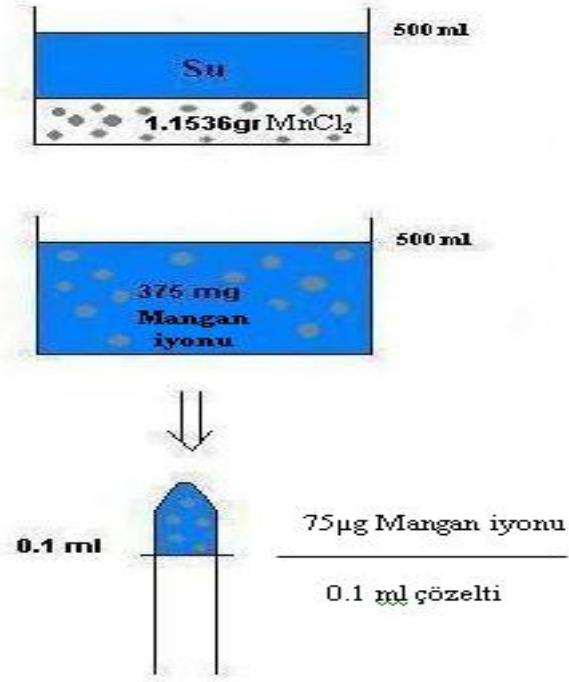
d) Madde stoku çözeltileri ile havuz kist sıvıları belli oranlarda birleştirilerek, artan konsantrasyonlarda organik madde içeren setler hazırlandı (albumin seti, kolesterol seti ve  $\gamma$ -globulin seti). Bir madde setinin hazırlanışı Şema 1c'de görülmektedir.



Şema 1c. Madde stoku ile havuz kist sıvısının çeşitli oranlarda birleştirilmesinden oluşturulan ve artan konsantrasyonda madde içeren set.

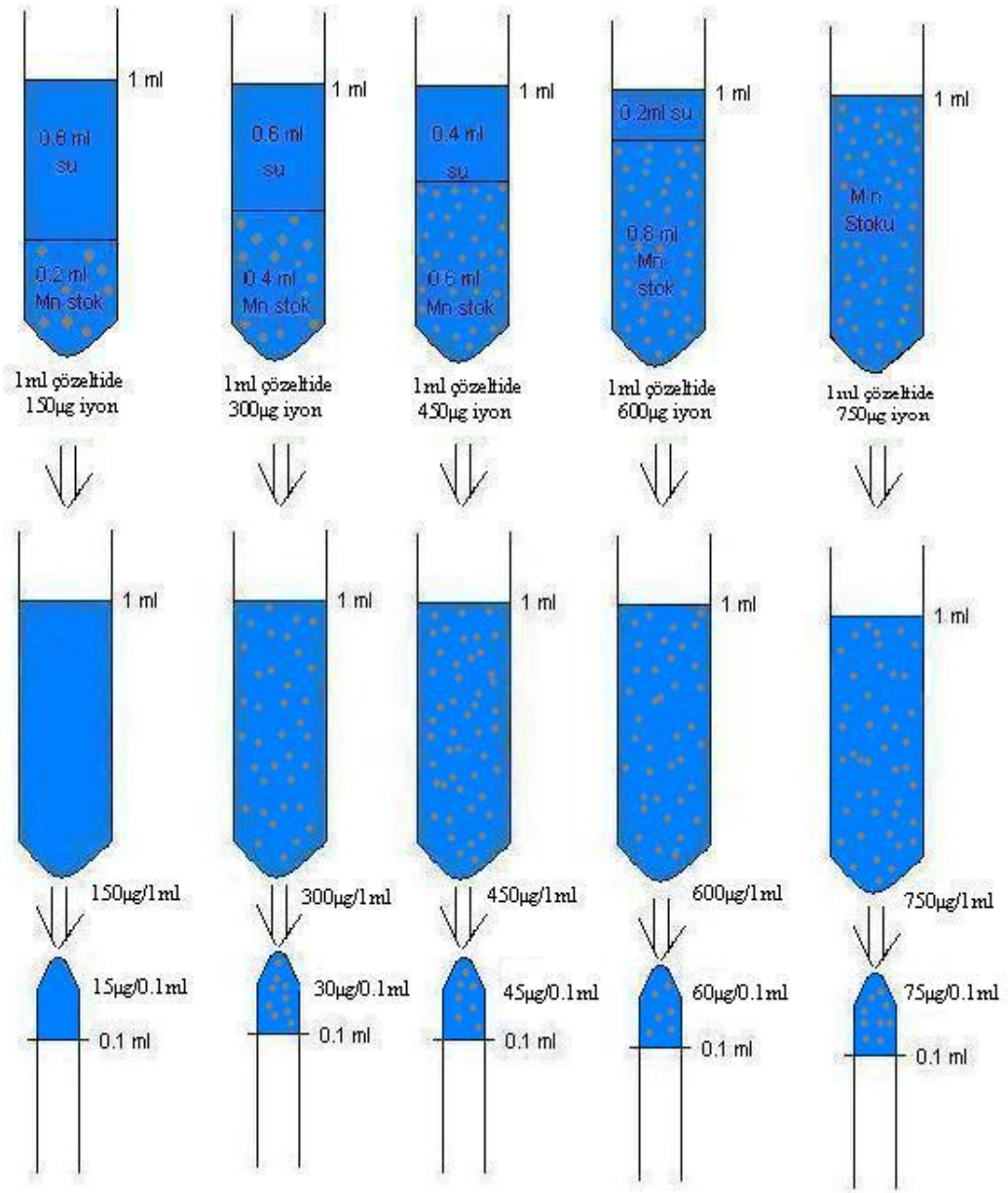
### 3.1.4. Kist Sıvılarına İyon Ekleyerek Bir Set Hazırlamanın Aşamaları

- Belli miktarda mangan tuzu tartıldı, bir balon jozeye kondu ve üstüne 500ml çizgisine gelinceye dek su ilave edildi.
- Belli miktarda demir tuzu tartıldı, bir balon jozeye kondu ve üstüne 500ml çizgisine gelinceye dek su ilave edildi.
- Belli miktarda bakır tuzu tartıldı, bir balon jozeye kondu ve üstüne 500ml çizgisine gelinceye dek su ilave edildi.
- Bu ana stokların her birinin 500ml sinde 375mg iyon, 1 ml sinde ise 750µg iyon ve 0.1ml'sinde ise 75µg iyon vardır. Mangan ana stokunun hazırlanışı Şema 2a'da verilmiştir.



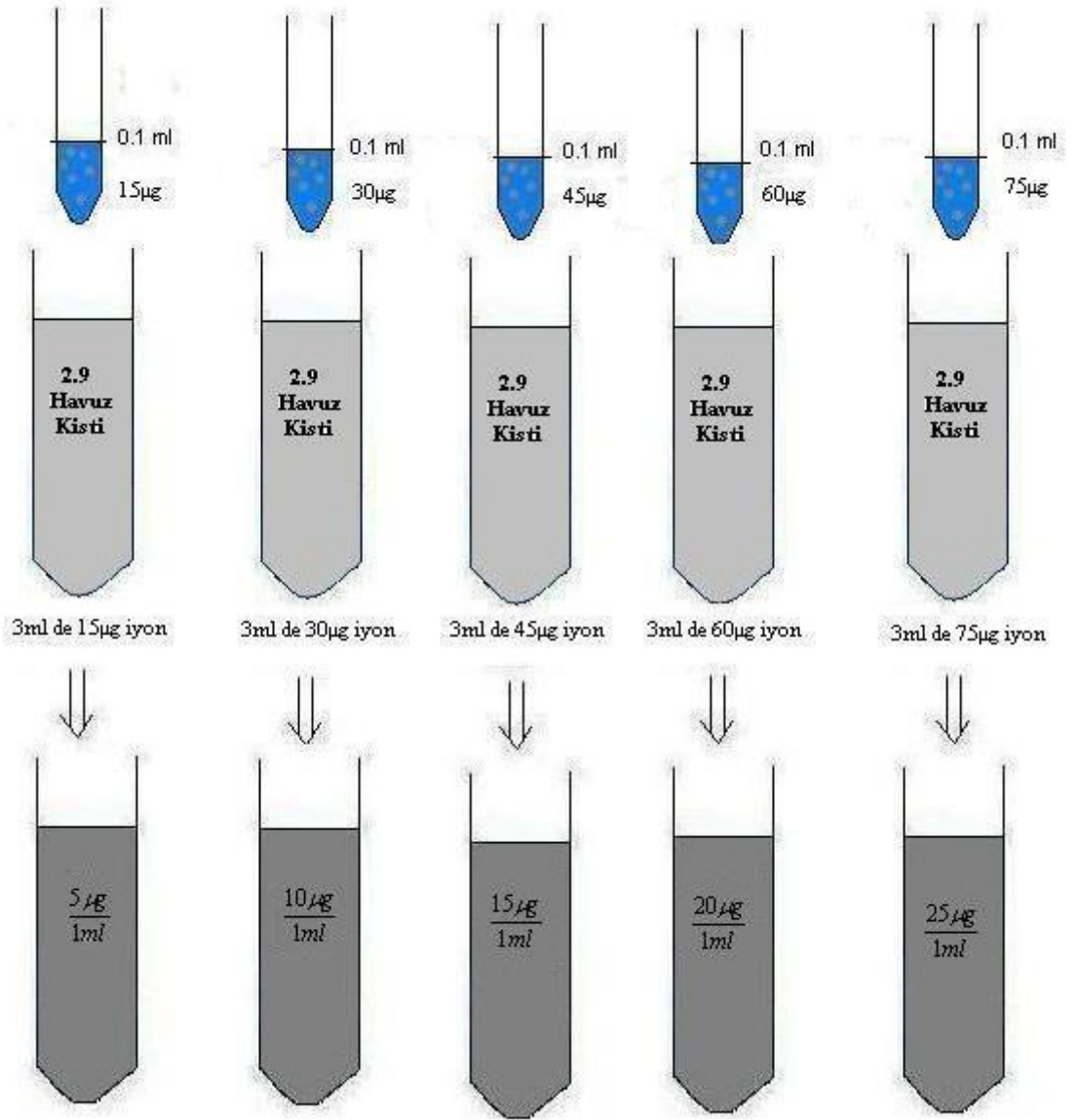
Şema 2a. Ana iyon stokunun hazırlanışı

- Ana iyon stoklarının her birinden sulandırılmalar yolu ile, artan konsantrasyonlarda iyon içeren stoklar hazırlandı. Seyreltilen iyon stoklarından biri Şema 2b'de görülmektedir.



Şema 2b. Seyretilmiş iyon stoklarının hazırlanması

f) Seyretilen stoklarla, havuz kist sıvıları belli oranlarda birleştirilerek, artan konsantrasyonlarda iyon içeren setler hazırlandı (mangan seti, bakır seti ve demir seti). Bir iyon setinin hazırlanışı Şema 2c'de görülmektedir.



Şema 2c. Seyreltilmiş iyon stokları ile havuz kist sıvısının birleştiriminden oluşturulan ve artan konsantrasyonlarda iyon içeren set

### 3.1.5. Fantom Hazırlama ve Örneklerden Oluşturulan Setleri Fantomlara aktarma

İç yarıçapı 1.2 cm ve uzunluğu 10 cm olan cam tüpler, yukarıda anlatılan setleri bir araya getirmek üzere iki ayrı cam beherin içinde yan yana getirildi. 20gr agar tartılarak dereceli bir balon jozeye kondu ve üstü 1 litre hizasına kadar su ile dolduruldu. Bu agar ısıtılarak suda çözdürüldü. Isıtma sırasında dibi tutmasını diye devamlı karıştırıldı. Böylece %2 lik agar çözeltisi hazırlandı. Bu çözelti 50 dereceye

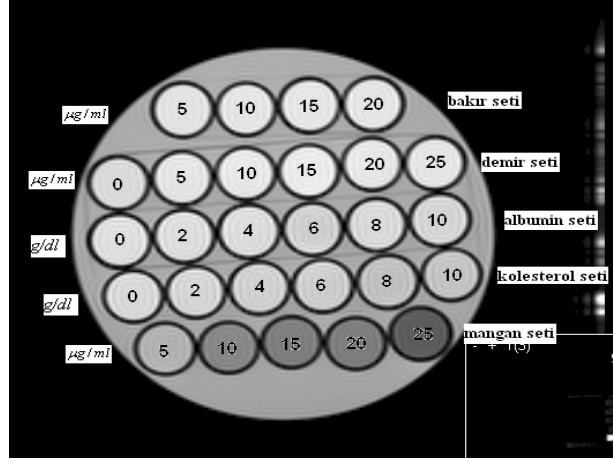


dek soğuduktan sonra, bir huni yardımı ile beherlerin içindeki boş tüplerin arasına, agarın yüksekliği yaklaşık 7 cm oluncaya dek döküldü. Agar tamamen soğuyunca, setlerdeki boş tüpler agarın içinde aynı hizada ve dik olarak konumlanmış oldu. Bu setlerdeki boş tüplerin her birine, yukarıda anlatılan setlerin her birindeki sıvılar aktarılarak iki ayrı fantom tamamlanmış oldu (Şekil 9).

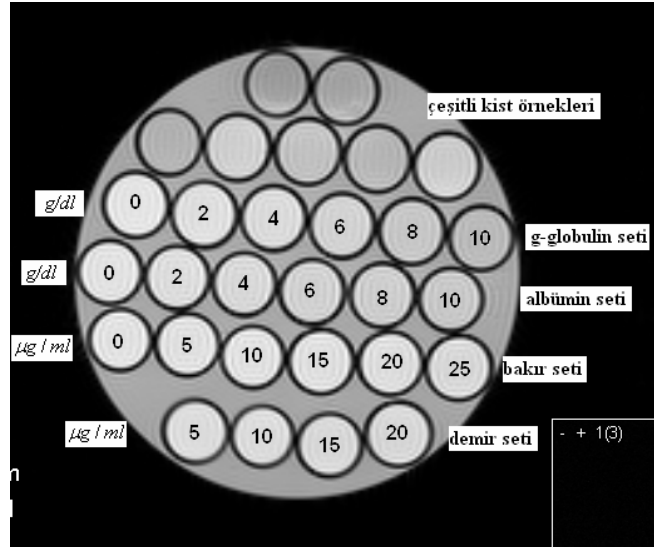


Şekil 9. Fantom Hazırlama

Yukarıda anlatıldığı gibi fantomlardan birincisindeki (Fantom 1) setler odontojenik havuz kist sıvısı kullanılarak, ikincisindeki (Fantom 2) setler ise kan hücreleri içeren havuz kist sıvısı kullanılarak hazırlandı. Fantom 1'in en alt satırında mangan iyonu içeren örnekler (mangan seti), 2. satırında kolesterol içeren örnekler (kolesterol seti), 3. satırında albümin içeren örnekler (albümin seti), 4. ve 5. satırında ise sırası ile demir ve bakır içeren örnekler (yani 4. satır demir seti ve 5. satır bakır seti) bulunacak şekilde dizildi. Fantom 2'nin 1., 2., 3. ve 4. satırlarında ise, sırası ile demir, bakır, albümin ve  $\gamma$ -globulin setleri yer almaktaydı. Fantom 2'nin en üst iki satırında da çeşitli kimselerden alınan kist örnekleri vardı (son toplanan 36 serilik kist sıvısı örnekleri içinden sıvı miktarı uygun 7 hastadan alınmış kist sıvısı örnekleri). Her bir fantomun, ihtiva ettiği iyon ya da madde konsantrasyonunu gösteren resim (üstten görünüş), MR dan alınan Spin Eko (SE) görüntüsü üzerinde, Şekil 10 ve 11' deki gibi gösterilebilir.



Şekil 10. Odontojenik kist sıvılarındaki madde ve iyon setlerinin ve her bir setteki konsantrasyonların Fantom 1 üzerinde gösterimi



Şekil 11. Kan hücresi içeren kist sıvılarındaki madde ve iyon setlerinin ve her bir setteki konsantrasyonların Fantom 2 üzerinde gösterimi

### 3.1.6. T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> Ölçümleri

#### T<sub>1</sub> Ölçümleri

Hazırlanan fantomlardaki örneklerin rölaksasyon sürelerinin ölçümü, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiyagnostik Anabilim Dalına ait 1.5 Tesla (63 MHz) PHILIPS INTERA (Version Release 8) model bir Magnetik Rezonans Görüntüleme sisteminde gerçekleştirildi. Ölçümde kullanılan cihaz Şekil 12’de görülmektedir.



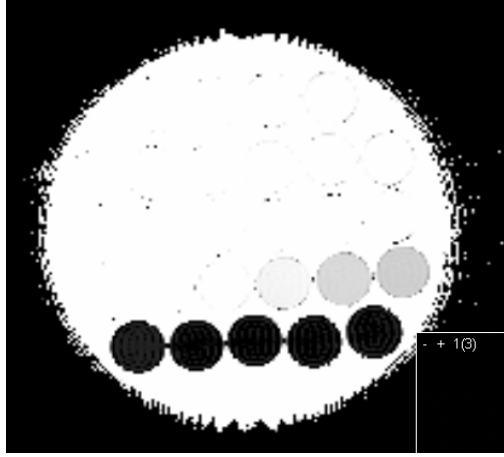
Şekil 12. Ölçümlerde kullanılan MR Cihazı (Dokuz Eylül Üniversitesi)

T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ölçümleri için bir MIX (karışık) puls adımı kullanıldı. Bu adım, hem Spin Eko (SE) hem de Inversion Recovery (IR) puls adımlarını içermektedir. Bu adım kullanılırken;

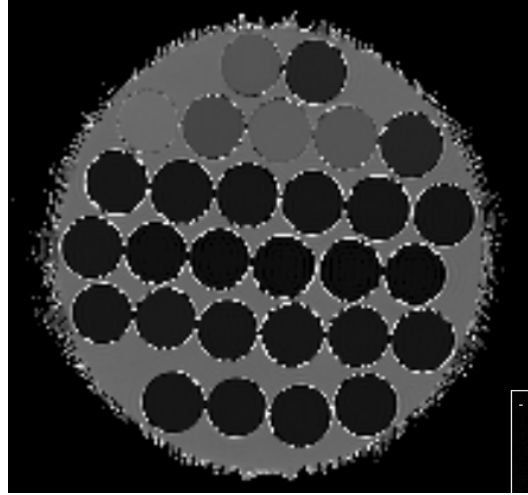
SE T<sub>R</sub>=5000 ms, TE= 20 ms ve IR T<sub>R</sub>= 6000 ms TE= 20 ms, T<sub>1</sub>= 800 ms

FOV = 150x150, Dilim sayısı = 1, Dilim Kalınlığı = 14 mm, Matrix 256 × 256

olarak seçildi. Buradaki T<sub>R</sub> : puls tekrarlama süresini, TE : eko süresini ve T<sub>1</sub> : 180 derece puls kullanımı sonrası bekleme süresini göstermektedir. FOV ise field of view ya da görüş alanı anlamındadır. Farklı T<sub>R</sub> değerlerine sahip iki farklı T<sub>1</sub> ağırlıklı görüntüden bir T<sub>1</sub> haritası elde edildi ve bu haritadan T<sub>1</sub> değerleri bulundu (Şekil 13 ve 14)



Şekil 13. Fantom 1 ( $T_1$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_1$  haritası)



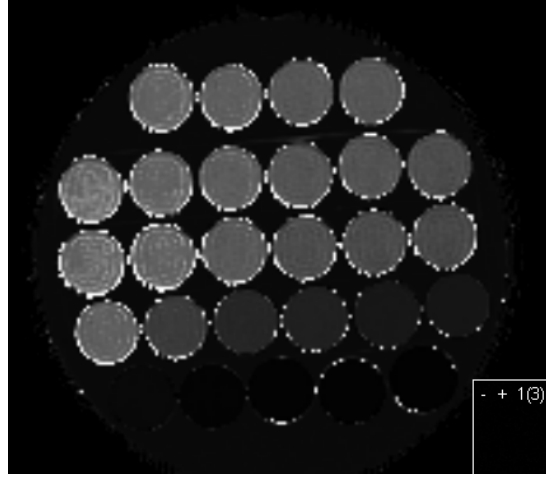
Şekil 14. Fantom 2 ( $T_1$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_1$  haritası)

### **$T_2$ Ölçümleri**

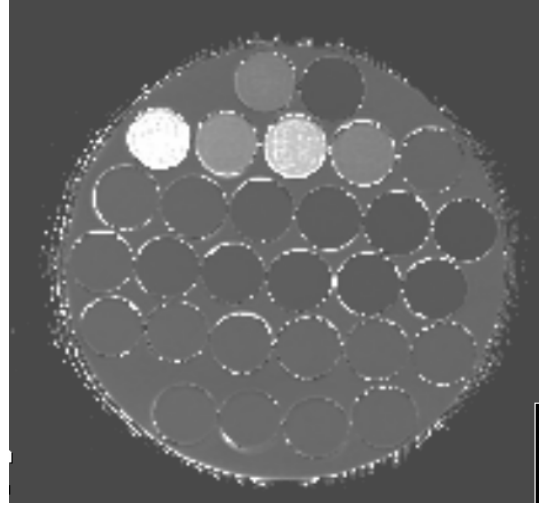
$T_2$  ölçümleri için kullanılan değerlendirme haritası, MIX (karışık) puls adımındaki Spin Eko (SE) adımlarından elde edildi. Belli bir  $T_R$  değeri ve 8 farklı TE değeri kullanılarak elde edilen görüntülerden  $T_2$  haritası sistem tarafından oluşturuldu.  $T_2$  haritası elde etmek için kullanılan parametreler;

$T_R = 5000$  ms    $TE = 20$ ms, 40ms, 60ms, 80ms, 100ms, 120ms, 140ms ve 160 ms  
 $FOV = 150$ , Dilim sayısı =1, Dilim kalınlığı = 14 mm, Matrix  $256 \times 256$

olarak seçildi. Elde edilen  $T_2$  haritasından da  $T_2$  değerleri bulundu (Şekil 15 ve 16). Ölçülen  $T_1$  ve  $T_2$  durulma süreleri (ms) olarak kaydedildi.



Şekil 15. Fantom 1 ( $T_2$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_2$  haritası)



Şekil 16. Fantom 2 ( $T_2$  değerlerinin ölçüldüğü  $T_2$  haritası)

MR ile hem  $T_1$  ve hem de  $T_2$  ölçümlerinde deneysel hata, fantomdaki tüm tüpler dikkate alınca, %1 den % 2'ye dek değişmektedir.

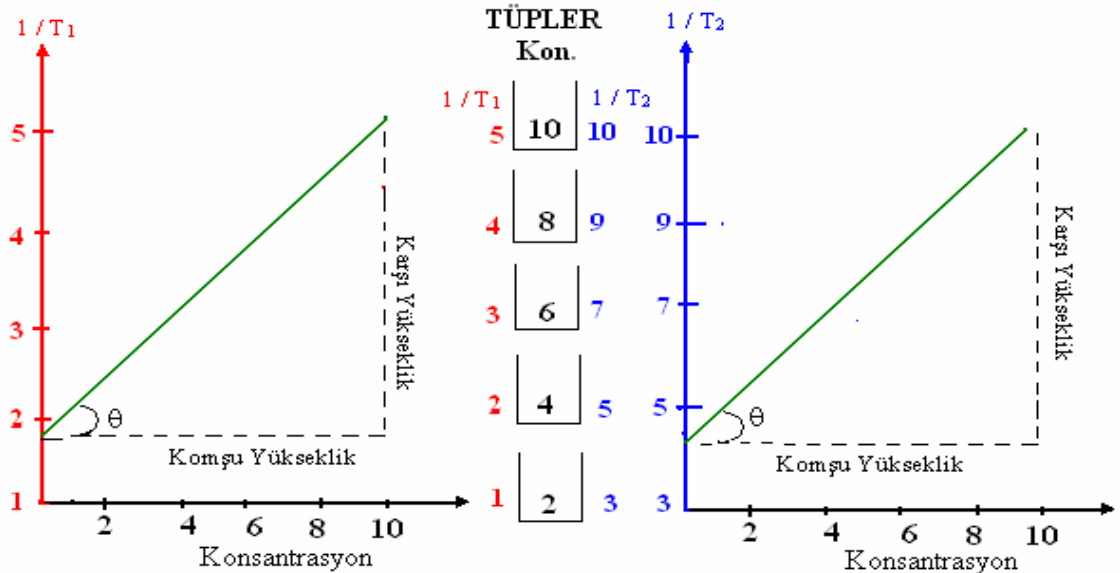
### 3.1.7. Rölaksivite Tayin ve Değerlendirme Yöntemleri

(1) ve (2) formülleri ile ifade edildiği üzere rölaksivite; bir çözeltideki rölaksasyon değişiminin, o değişimi meydana getiren madde ya da iyon miktarına

bölümü olarak verilir. Bu durumda fantomlardaki madde ya da iyonların röleksivitesi (R)

$$R = \frac{\text{Tüplerdeki çözeltilerin röleksasyon oranı değişimi}}{\text{çözeltilerin konsantrasyon değişimi}} = \frac{\text{Karşı yükseklik}}{\text{komşu yükseklik}} = \text{doğrunun eğimi} \quad (4)$$

oranına ya da çizilen doğrunun eğimine eşdeğer olur. Bu demektir ki bir setin ( $1/T_1$ -konsantrasyon) ve ( $1/T_2$ -konsantrasyon) grafiklerinin eğimlerinden, eklene maddenin ya da iyonun röleksivitesi bulunabilir.  $T_1$  röleksasyonu kullanılarak bulunan röleksivitelere proton  $T_1$  röleksivitesi denir ve kısaca  $R_{T_1}$  ile gösterilir.  $T_2$  röleksasyonu kullanılarak, bulunan röleksivitelere de proton  $T_2$  röleksivitesi denir ve kısaca  $R_{T_2}$  ile gösterilir. Bu tez çalışmasında: (1) her bir setteki örneklerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri, ilgili madde ya da iyon konsantrasyonlarına karşı grafiğe geçirildi. (2) elde edilen grafiklerin eğimlerinden, ilgili madde ya da iyonun röleksivitesi saptandı. Bir sete ait grafik çizimi ve röleksivite hesabı, Şekil 17'deki gibi basitleştirilebilmektedir.



Şekil 17. Röleksivite hesaplanmasında kullanılan grafik örnekleri

Rölaksivitelere ilgili değerlendirmeler birbirleriyle karşılaştırma yöntemiyle yapıldı. Kullanılan karşılaştırma yöntemini, basit bir örnek vererek, burada açıklamakta yarar olduğu düşüncesindeyiz. Elimizde aşağıdaki maddeler ve bu maddelere ait  $R_{T1}$  ve  $R_{T2}$  rölaksivitelere olsun.

Farklı maddeler	A	B	C	D	olsun
$R_{T2}$	2	6	12	18	olsun
$R_{T1}$	1	2	5	10	olsun

a) Rölaksivitelere en büyük olduğundan D maddesi en etkili  $T_1$  ve  $T_2$  değiştiricisidir. C maddesi ikinci sırada ve B maddesi üçüncü sırada etkili  $T_1$  ve  $T_2$  değiştiricileridir. Rölaksivitelere en küçük olan A maddesi ise en az etkili rölaksivite değiştiricisidir.

b) *Farklı maddelerin  $R_{T2}$  oranlarından ve farklı maddelerin  $R_{T1}$  oranlarından*

B, A'dan  $6/2 = 3$  kat;

B, A'dan  $2/1 = 2$  kat;

C, A'dan  $12/2 = 6$  kat

C, A'dan  $5/1 = 5$  kat

D, A'dan  $18/2 = 9$  kat

D, A'dan  $10/1 = 10$  kat

C, B'den  $12/6 = 2$  kat

C, B'den  $5/2 = 2.5$  kat

D, B'den  $18/6 = 3$  kat

D, B'den  $10/2 = 5$  kat

D, C'den  $18/12 = 1.5$  kat

D, C'den  $10/5 = 2$  kat

daha fazla  $T_2$  değiştiricisi olarak bulunur. daha fazla  $T_1$  değiştiricisi olarak bulunur.

c) *Bir tip maddenin  $R_{T2}/R_{T1}$  oranından :*

$T_2$  : A'yı  $T_1$ 'den  $2/1 = 2$  kat

$T_2$  : B'yı  $T_1$ 'den  $6/2 = 3$  kat

$T_2$  : C'yı  $T_1$ 'den  $12/5 = 2.4$  kat

$T_2$  : D'yı  $T_1$ 'den  $18/10 = 1.8$  kat

daha fazla değiştirdiği bulunur.

d) *farklı maddelerin  $R_{T2}/R_{T1}$  oranından*

B'nin  $T_2$ 'si A'nın  $T_1$ 'inden  $6/1 = 6$  kat

C'nin  $T_2$ 'si B'nin  $T_1$ 'inden  $12/2 = 6$  kat

D'nin  $T_2$ 'si B'nin  $T_1$ 'inden  $18/2 = 9$  kat

D'nin  $T_2$ 'si C'nin  $T_1$ 'inden  $18/5 = 3.6$  kat daha etkili durulma değiştiricisidir.

Bu tip karşılaştırmalardan bulunan veriler, bulgular ve tartışma kısmında kullanıldı.

## **3.2. Karşılaştırma Amaçlı Olarak, MRG ve NMR ile Yapılan, Doğal Kist $T_1$ ve $T_2$ Ölçümleri**

### **3.2.1. MRG İçin Kist Sıvısı Örneklerinin Toplanması ve Durulma Zamanı Ölçümleri**

Bu tezin konusu olan madde ve iyon ilavesi ile ilgili ölçümler 1.5T MR ile gerçekleştirildiğinden, bazı doğal kist sıvısı örneklerinin  $T_1$  ve  $T_2$  durulmalarını bu yeni frekansta ölçmenin yararlı olacağı düşünöldü. Bundan dolayı da son grup hastalardan (36 hasta) alınan sıvı miktarı uygun 7 kist örneğinin (4 odontojenik, 2 kan hücreli ve 1 ameloblastoma) MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri yapıldı. Bu kistlerin her birinin 3 ml'si Fantom 2'nin üst iki sırasındaki tüplere yerleştirildi. Bunların  $T_1$  ve  $T_2$  değerleri, fantomlarla ilgili rölaksasyon ölçümlerinde belirtilen tarzda, MR ile ölçöldü.

### **3.2.2. NMR İçin Kullanılan Kist Sıvısı Örneklerinin Toplanması ve Örnek Hazırlanması**

En son toplanan 36 örneğin (15 enfekte olmayan odontojenik kist örneği, 11 enfekte odontojenik kist örneği, 9 kan hücresi de içeren kist örneği ve 1 ameloblastoma) her birinden alınan 0.5ml kist sıvısı, bireysel olarak ve karşılaştırma amaçlı NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri için kullanıldı. Sıvı miktarı uygun 7 kistin (4 odontojenik, 2 kan hücresi içeren ve 1 ameloblastoma) 3'er ml'si ise, MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri için kullanıldı. Toplanan kist sıvısı örnekleri şekil 7a ve 7b' de görölmektedir.

400MHz NMR ile kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$  sini doğrudan ölçmeğe olanak olmadığından; bu kistlerin her birinden alınan 0.1ml kist sıvısı, 0.4ml  $D_2O$  (döteryumoksit) ile birleştirilerek; %20 kist sıvısı ve %80 su içeren örnekler hazırlandı. Bu örnekler 5mm çaplı NMR tüplerine aktarılarak,  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinde kullanıldı.



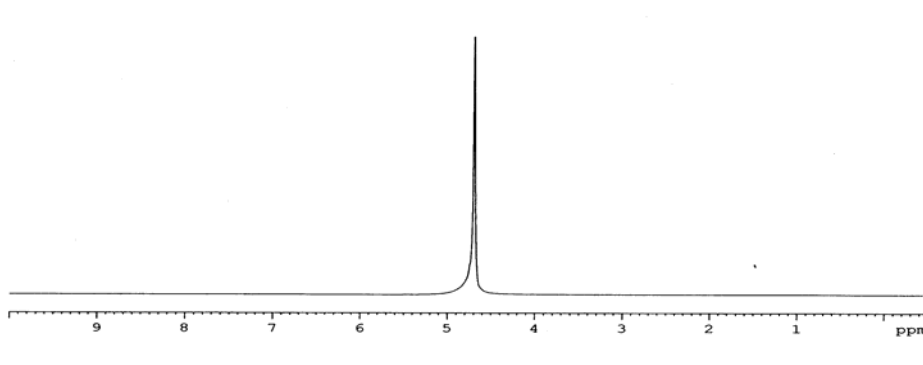
### 3.2.3. NMR ile Yapılan $T_1$ ve $T_2$ Ölçümleri

NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri, D.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesinde bulunan ve 400MHz frekansta çalışan BRUKER DPX-NMR cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Bu cihaz Şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 18. 400MHz NMR cihazı

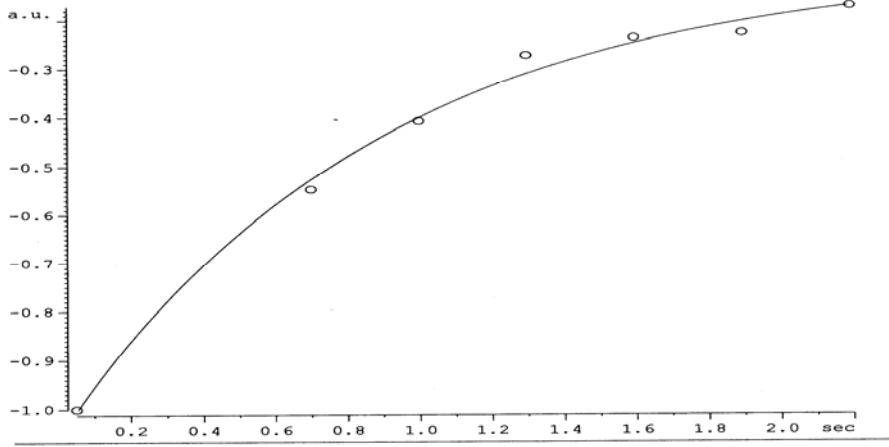
400MHz NMR, %20 kist sıvısı ve %80 su karışımından oluşan bir örnekteki suyun sinyalini ölçmekte ve durulma zamanı ( $T_1$  ve  $T_2$ ) ölçümleri de bu su sinyal kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kist sıvısı- $D_2O$  karışımı örnek kullanılarak 400 MHz’de alınan su protonu sinyali Şekil 19’da görülmektedir.



Şekil 19. Kist sıvısı- $D_2O$  karışım örneklerinden alınan 400 MHz proton NMR sinyali

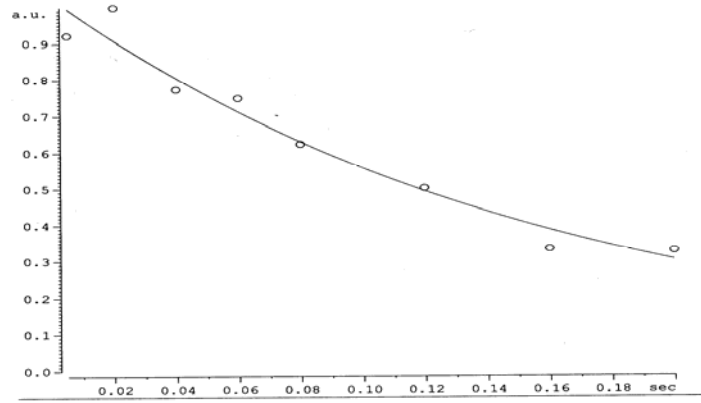
400MHz ile ölçümlerde, *(180 derece pulsu–bekleme-90 pulsu) + (ölçme)* aşamalarından oluşan bir puls adımı, değişik bekleme süreleri ( $t$  değerleri) ve her puls adımı arasına  $5T_1$  değerinde bir puls tekrarlama süresi ( $T_R$ ) konularak uygulandı.  $T_1$  zamanları IR puls adımı kullanılarak gerçekleştirildi. On adet değişik

bekleme süresi (50ms ile 2200ms arasında değişen) kullanıldı ve  $T_R = 15$ sn olarak seçildi. Değişik bekleme sürelerinden elde edilen sinyallerin ilgili sürelerle karşı grafiklenmesinden elde edilen ve de  $T_1$  hesabında kullanılan manyetizasyon bozunum eğrisi ise Şekil 20’de görülmektedir.



Şekil 20.  $T_1$  değerlerinin hesaplandığı IR eğrisi

Kistlerin spin-spin durulma zamanları( $T_2$ ); CPMG (Carl Purcel-Meibom Gill) puls adımı kullanılarak gerçekleştirildi. Eko zamanları 10ms ile 200 ms arasında değiştirildi.  $T_R$  yine 15s olarak seçildi. Değişik TE zamanlarına karşılık elde edilen sinyallerin, ilgili zamalara karşı grafiğe geçirilmesinden elde edilen ve  $T_2$  bulunmasında kullanılan eğri Şekil 21’de görülmektedir.



Şekil 21.  $T_2$  değerlerinin hesaplandığı manyetizasyon bozunum eğrisi

400 MHz NMR ile ölçümler yapılırken, her bir örneğe ait  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri birçok kez tekrarlandı ve bu tekrarların ortalaması kullanıldı. Bir örnek üzerinde yapılan ardışık ölçümlerden,  $T_1$  deki ölçüm hatası %3 ve  $T_2$  deki ölçüm hatası %5 olarak değerlendirildi.

#### **3.2.4. $T_1$ ve $T_2$ Ölçümlerinin İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması**

Çeşitli kist tiplerinin MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri ve 400 MHz NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirilmeye tabi tutuldu. Bu amaç için, grupların ortalama değerleri arasındaki farklar önce one-way analysis of variance (ANOVA) ile test edildi ve sonra çoklu karşılaştırmalar için Tukey'in HSD testi kullanıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Madde ve İyon Eklenmesi (Rölaksivite) ile İlgili Bulgular

MR da sonuçlar  $T_1$  ve  $T_2$  cinsinden değil,  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  cinsinden verilir. Bunun nedeni, durulma ile ilgili formüllerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  cinsinden türetiliyor olmasıdır. Bu nedenle ölçülen durulma zamanları  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  ve iyon konsantrasyonları mM olarak hesaplandı.

#### 4.1.1. Odontojenik Kist Fantomunun (Fantom 1) Ölçümlerinden Elde Edilen Tablolar ve Grafikler

Artan mangan konsantrasyonlarına karşı, ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri Tablo 1, artan kolesterol ve albümin konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri ise sırası ile tablo 2 ve tablo 3’de verilmiştir. Artan demir konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri Tablo 4 ve artan bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri ise Tablo 5’de verilmiştir.

Konsan (mM)	$1/T_2$	$1/T_1$	$(1/T_2) / (1/T_1)$
0.091	13.158	5.917	2.22
0.182	21.11	11.429	1.85
0.273	32.258	12.987	2.48
0,364	38.207	16	2.39
0.455	45.455	18.519	2.45

Tablo 1. Odontojenik kistlere eklenen mangan konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri.

Konsan (g/dL)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0	1.302	0.552	2.36
2	2.132	0.599	3.81
4	3.300	0.684	4.83
6	3.831	0.726	5.28
8	5.291	0.820	6.45
10	5.714	0.860	6.64

Tablo 2. Odontojenik kistlere eklenen kolesterol konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

Konsan (g/dl)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0	1.146	0.542	2.11
2	1.232	0.557	2.21
4	1.433	0.579	2.47
6	1.650	0.592	2.79
8	1.681	0.620	2.71
10	1.758	0.646	2.72

Tablo 3. Odontojenik kistlere eklenen albümin konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

Konsan (mM)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	(1/T <sub>2</sub> ) (1/T <sub>1</sub> )
0.000	1.074	0.521	2.06
0.0895	1.276	0.608	2.10
0.179	1.372	0.634	2.16
0.269	1.515	0.652	2.32
0.358	1.527	0.655	2.33
0.448	1.642	0.684	2.40

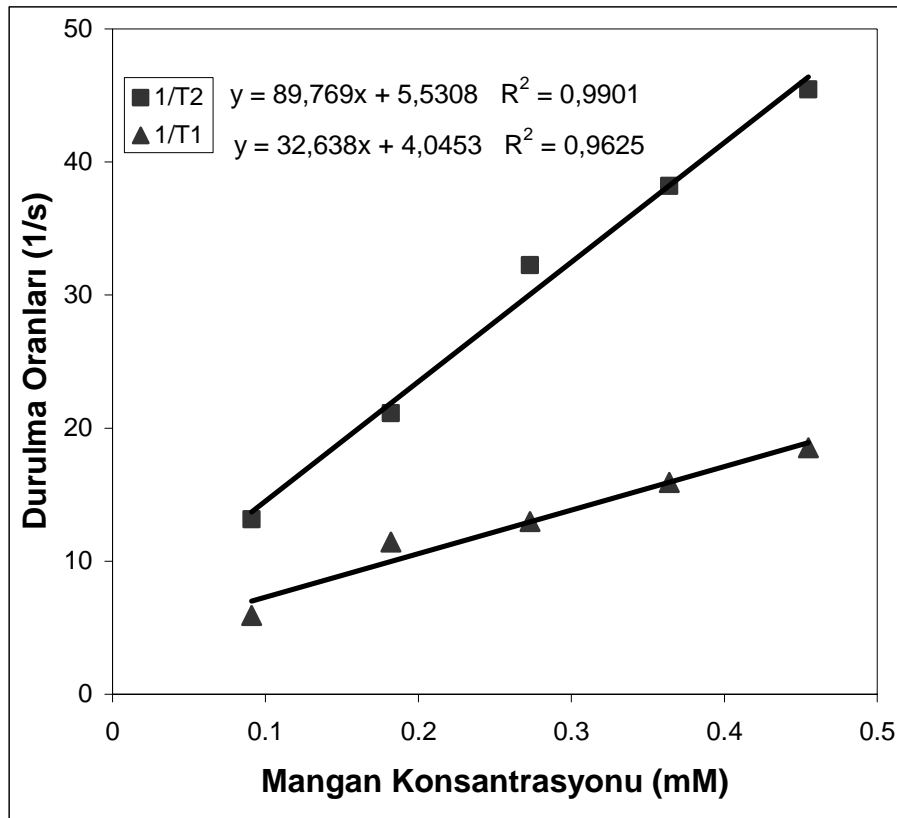
Tablo 4. Odontojenik kistlere eklenen demir konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

Konsan (mM)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	(1/T <sub>2</sub> ) (1/T <sub>1</sub> )
0.0787	1.261	0.561	2.25
0.157	1.332	0.600	2.22
0.236	1.468	0.638	2.31
0.315	1.604	0.68	2.36

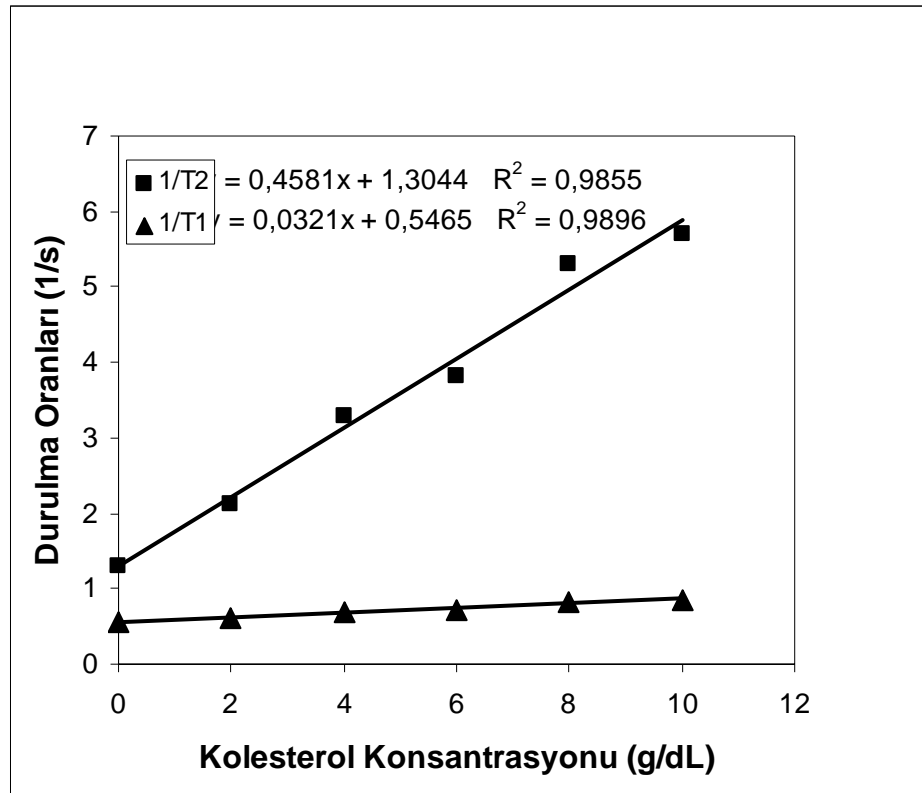
Tablo 5. Odontojenik kistlere eklenen bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

Eklenen madde ya da iyon konsantrasyonlarına bağlı olarak 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> nin artması, bu maddelerin rölaksasyon değıştiricisi olduğunu göstermektedir. Tanı için kullanılan kontrast T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub>' ye bağlı olduğundan, bu sonuçlar klinik anlamda önemlidir. 1/T<sub>2</sub>/1/T<sub>1</sub> oranının artması ise, T<sub>2</sub> nin daha iyi bir tanı parametresi olduğunu göstermektedir.

Tablo 1'de yer alan mangan, tablo 2'de yer alan kolesterol ve tablo 3'de yer alan albümin verilerinin grafiğe geçirilmesinden elde edilen bulgular Şekil 22, 23 ve 24'de görülmektedir. Tablo 4 ve tablo 5'de yer alan demir ve bakır verilerinin grafiğe geçirilmesinden de sırası ile Şekil 22 ve 23 elde edilmiştir.

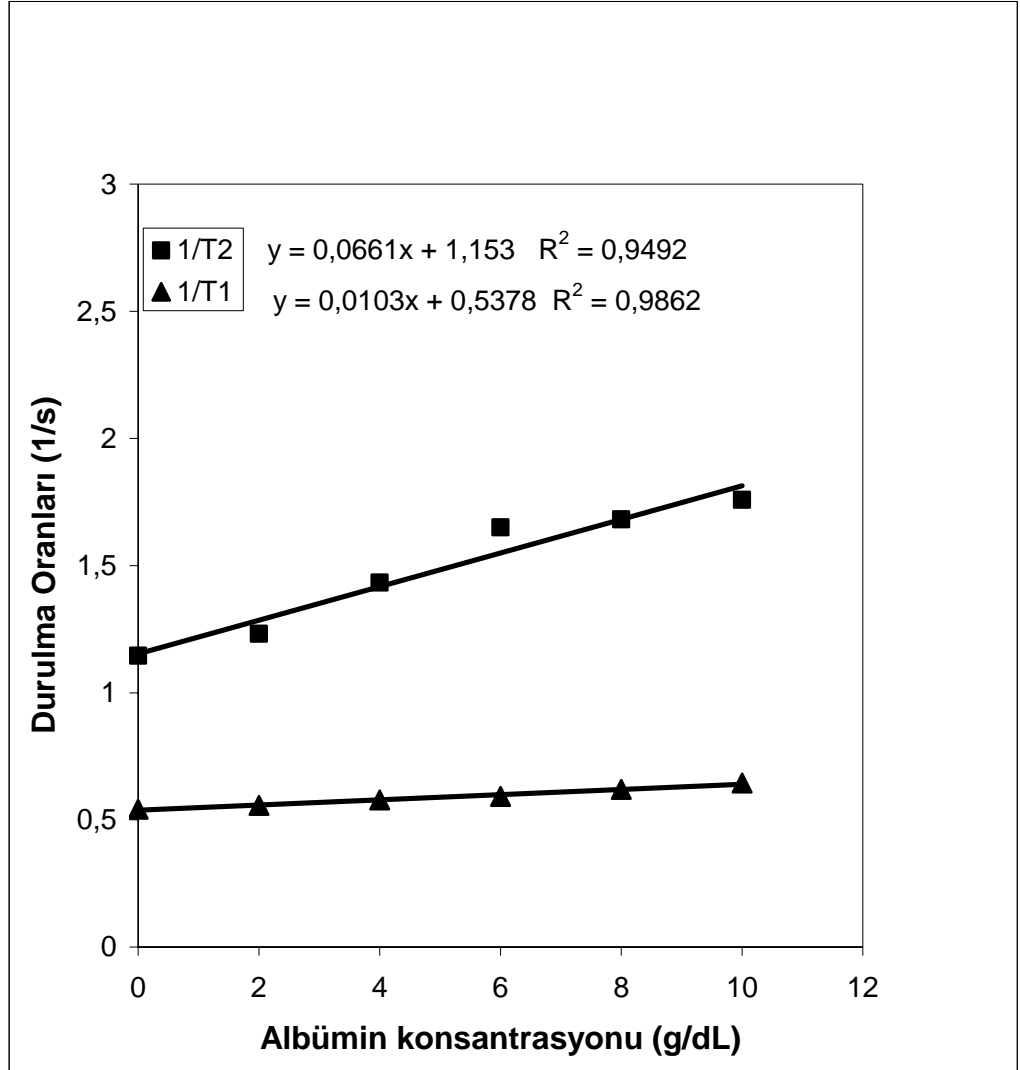


Şekil 22. Odontojenik kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen mangan konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi. Formüllerde geçen  $y$ :  $1/T_1$  veya  $1/T_2$ 'yi,  $x$  : eklenen konsantrasyonları;  $x$ 'in katsayısı rölaksiviteyi,  $R^2$  ise correlasyon katsayısını göstermektedir.

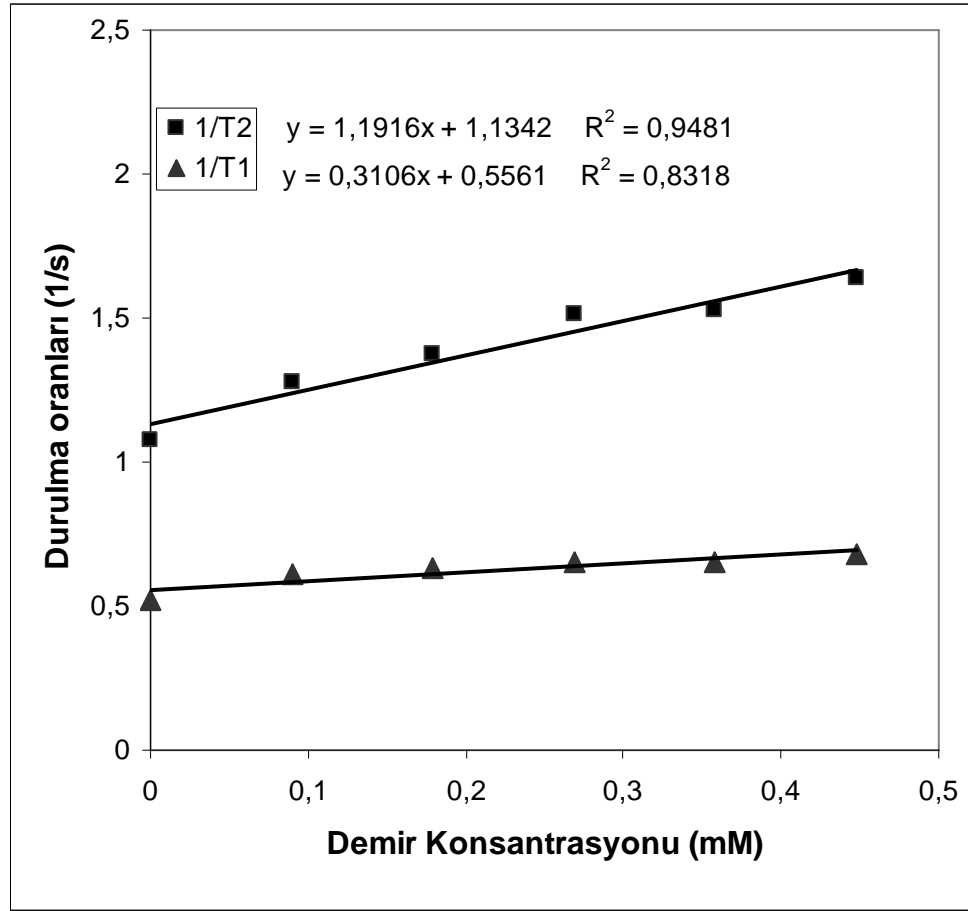


Şekil 23. Odontojenik kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen kolesterol konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi

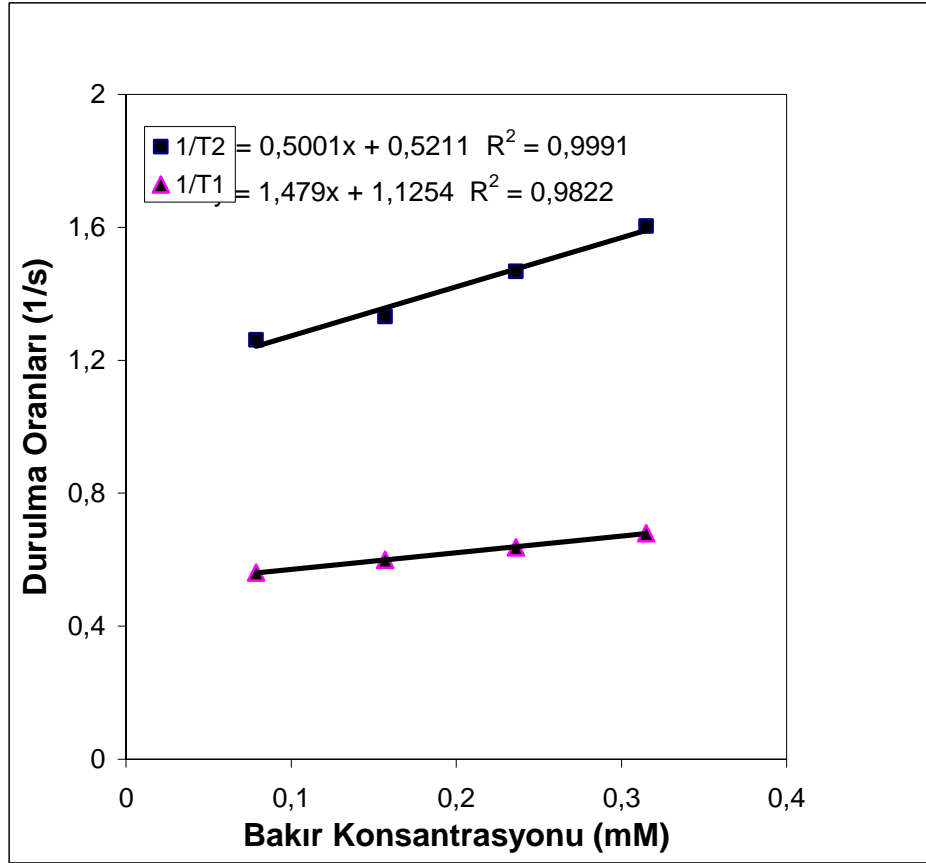




Şekil 24. Odontojenik kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen albümin konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi



Şekil 25. Odontojenik kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen demir konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi



Şekil 26. Odontojenik kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen bakır konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi

#### 4.1.2. Kan hücresi içeren Kist Fantomu (Fantom 2) Ölçümlerinden Elde Edilen Tablolar ve Grafikler

Artan demir konsantrasyonlarına karşı, ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri Tablo 6, artan bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri tablo 7’de verilmiştir. Artan albumin ve  $\gamma$ -globulin konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri ise sırası ile tablo 8 ve tablo 9’da verilmiştir.

Konsan (mM)	$1/T_2$	$1/T_1$	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0,0895	4,5345	2,6501	1.71
0,179	4,7188	2,7164	1.74
0,269	4,703	2,7632	1.70
0,358	4,9271	2,841	1.73

Tablo 6. Kan hücresi içeren kistlere eklenen demir konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri

Konsan (mM)	$1/T_2$	$1/T_1$	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0	4,603	2,5865	2.06
0,079	4,6655	2,3398	2.10
0,157	4,878	2,6997	2.16
0,236	4,9164	2,6454	2.32
0,315	4,9722	2,6994	2.33
0,394	5,1358	2,7862	2.40

Tablo 7. Kan hücresi içeren kistlere eklenen bakır konsantrasyonlarına karşı ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri

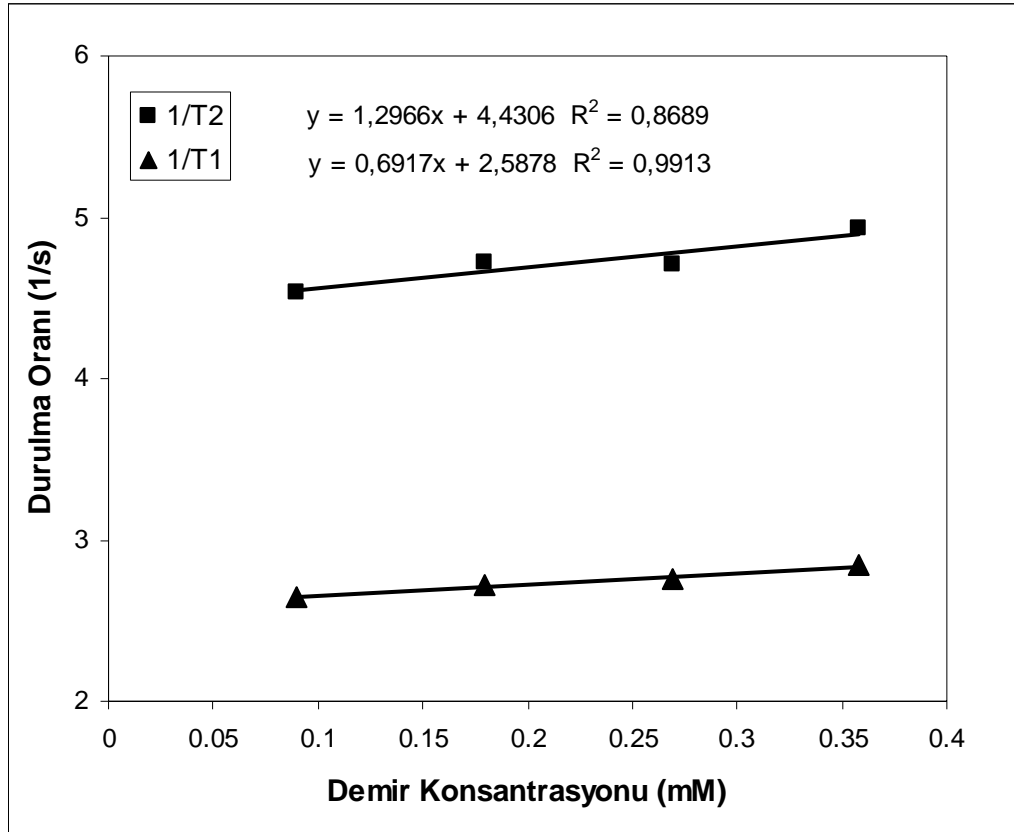
Konsan (mM)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0	4,8541	2,5695	1.89
2	5,9588	3,4791	1.71
4	6,7426	3,9336	1.71
6	7,2706	4,0227	1.81
8	7,8641	4,174	1.88
10	8,3759	4,1144	2.04

Tablo 8. Kan hücresi içeren kistlere eklenen albümin konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

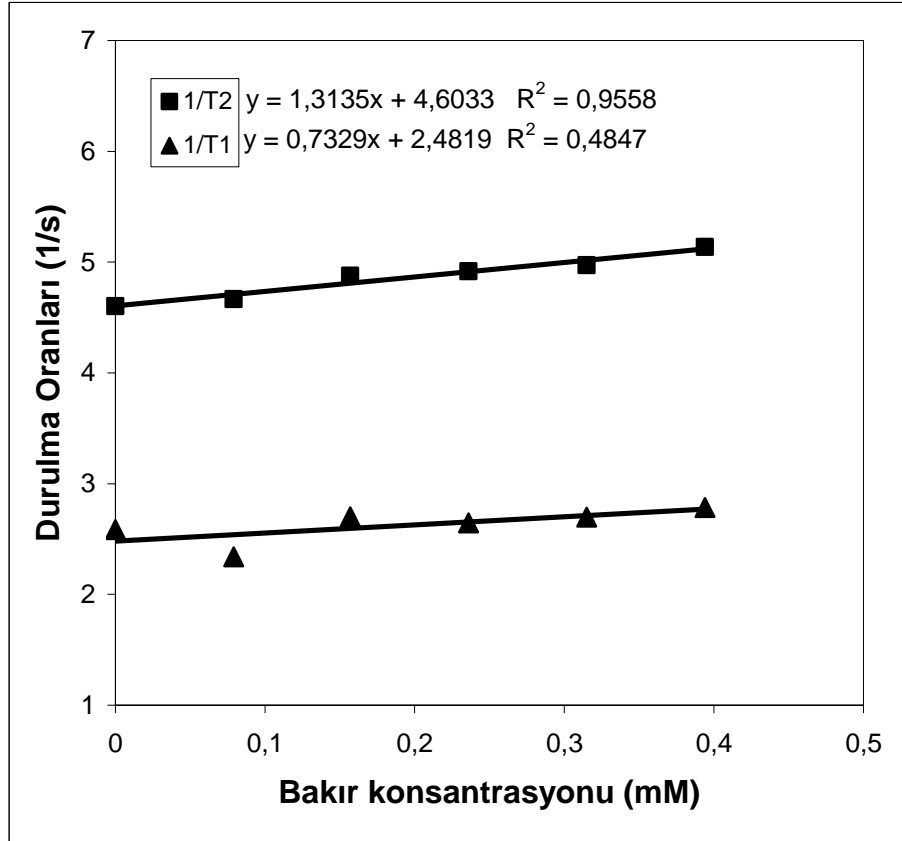
Konsan (mM)	1/T <sub>2</sub>	1/T <sub>1</sub>	$\frac{(1/T_2)}{(1/T_1)}$
0	4,6096	2,5924	1.78
2	5,3143	2,6214	2.03
4	6,3436	2,6748	2.37
6	7,4789	2,7161	2.75
8	9,088	2,778	3.27
10	10,923	2,8392	3.85

Tablo 9. Kan hücresi içeren kistlere eklenen  $\gamma$ -globulin konsantrasyonlarına karşı ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

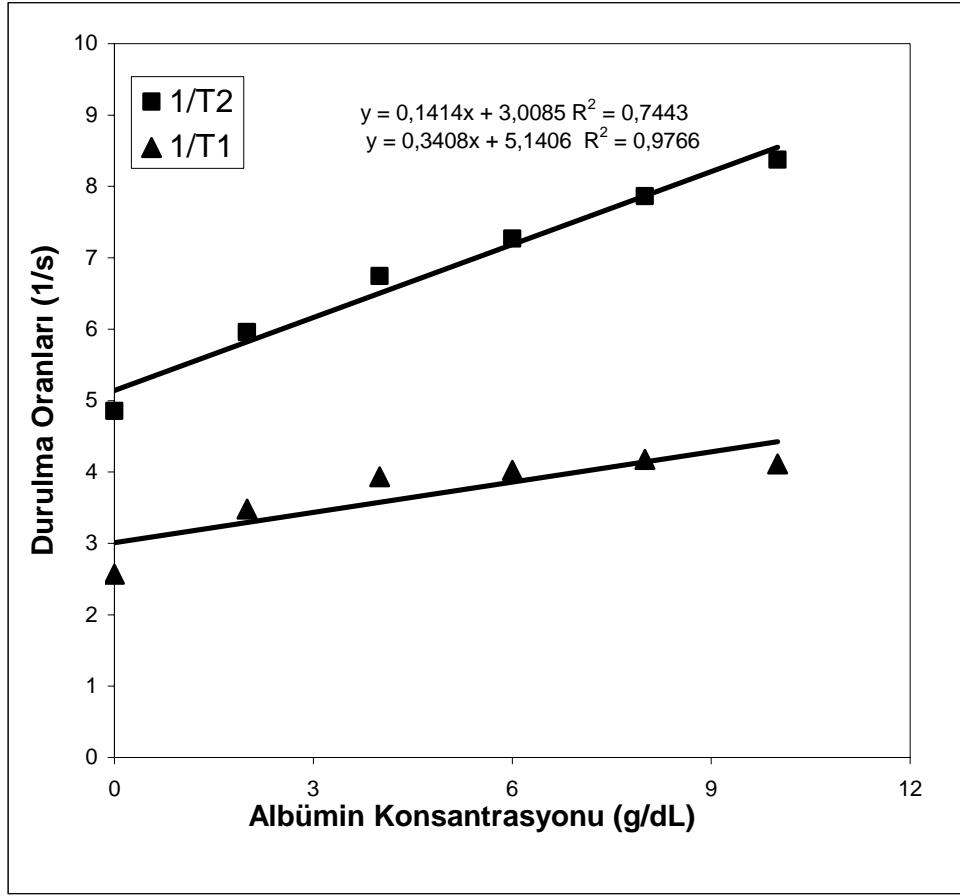
Tablo 6'da yer alan demir, tablo 7'de yer alan bakır, tablo 8'de yer alan albümin ve tablo 9'da yer alan  $\gamma$ -globulin verilerinin grafiğe geçirilmesinden, sırası ile Şekil 24, 25, 26 ve 27 elde edilmiştir.



Şekil 27. Kan hücresi içeren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen demir konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi

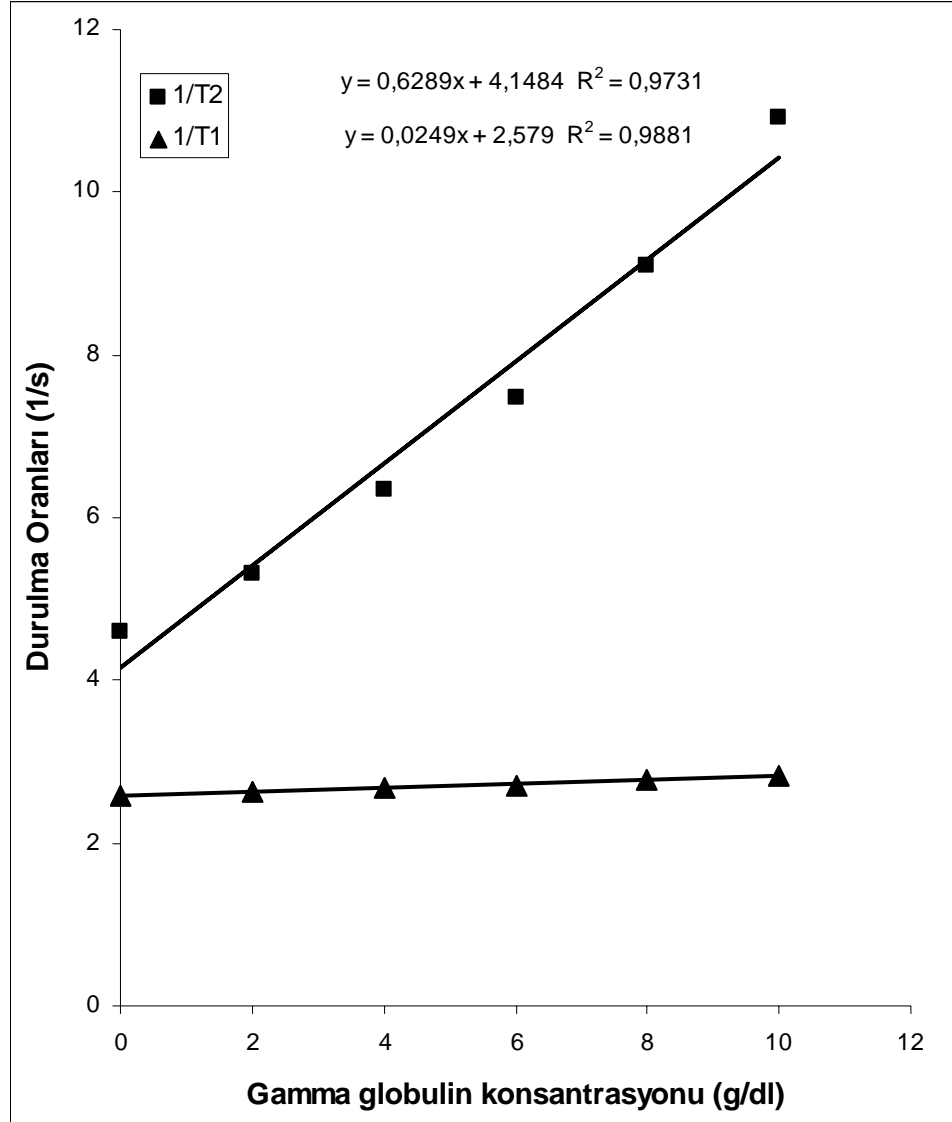


Şekil 28. Kan hücresi içeren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen bakır konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi



Şekil 29. Kan hücresi içeren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen albümin konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi





Şekil 30. Kan hücresi içeren kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  oranlarının, bu kistlere eklenen  $\gamma$ - globulin konsantrasyonuna bağlı olarak grafiğe geçirilmesi

Şekil 22'den 30'a kadar çizilen grafiklerdeki doğruların eğimlerinden saptanan rölaksivite değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

	Odontojen Kistler		Kan Hücresi İçeren Kistler	
	$R_{T1o}$	$R_{T2o}$	$R_{T1kh}$	$R_{T2kh}$
Demir	0.310	1.190	0.690	1.299
Bakır	0.500	0.148	0.733	1.314
Mangan	32.64	89.77	-	-
Albumin	0.010	0.066	0.141	0.341
Kolesterol	0.032	0.458	-	-
$\gamma$ -globulin	-	-	0.025	0.629

Tablo 10. Odontojenik ve kan hücresi içeren kistlere eklenen iyon ve maddelerin durulma oranlarını değiştirme etkinliğini ifade eden rölaksiviteler

Burada  $R_{T2o}$  ,  $R_{T2o}$  ,  $R_{T1kh}$  ve  $R_{T1kh}$  , sırası ile odontojenik ve hemorojik kistlerin Proton  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksiviteleridir.

## 4.2.Doğal kistlerin MR ve NMR $T_1$ ve $T_2$ ölçümlerinden elde edilen bulgular

### 4.2.1.MR ile Ölçülen Doğal Kist $T_1$ ve $T_2$ Değerlerinden Elde Edilen Bulgular

1.5T MR ile görüntüleri alınan 7 kist örneğinin  $T_1$  ve  $T_2$  ölçüm sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

	1/T <sub>1</sub> (1.5T)	1/T <sub>2</sub> (1.5T)
Enfekte olmayan	0.708	2.138
Enfekte olan	1.184	3.905
Kan hücreli	1.153	6.033
Ameloblastoma	0.637	1.316

Tablo 11. Çeşitli kist tiplerinin 1.5T manyetik alan şiddetindeki MR ile ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri

Görüldüğü gibi 1.5T MR ile ölçülen T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> değerleri çeşitli gruplar için farklıdır. Ameloblastomanın ölçülen 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerlerinin de diğer gruplardan daha küçük olduğu görülmektedir.

#### 4.2.2. NMR ile Ölçülen Doğal Kist T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> Değerlerinden Elde Edilen

##### Bulgular

İkinci grupta toplanmış olan 36 kist sıvısı örneğinin 400 MHz de ölçülen T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ölçümlerinden elde edilen durulma oranları (1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub>) ve ortalamaları Tablo 12’de verilmiştir.

non-en 1/T <sub>1</sub>	non-en 1/T <sub>2</sub>	enfek 1/T <sub>1</sub>	enfek 1/T <sub>2</sub>	kh 1/T <sub>1</sub>	kh 1/T <sub>2</sub>	amolo 1/T <sub>1</sub>	amelo 1/T <sub>2</sub>
0,990	3,279	1,334	3,385	1,280	4,349	2,15	10,707
0,917	4,219	1,137	3,789	1,371	4,346		
0,917	2,353	1,189	3,727	1,290	4,255		
0,977	3,478	1,211	4,651	1,116	7,407		
1,040	3,568	1,809	4,184	1,575	7,463		
1,046	3,534	1,416	4,202	1,175	5,000		
0,952	3,718	1,527	4,796	1,078	2,674		
0,667	2,323	1,325	3,497	1,124	3,789		
0,883	2,874	1,258	3,906	1,178	3,636		
0,893	3,279			1,062	3,436		
0,907	3,356			1,227	3,509		
1,020	3,289						
1,046	2,632						
0,769	2,469						
0,800	2,597						
<b>0,922</b>	<b>3,131</b>	<b>1,356</b>	<b>4,015</b>	<b>1,225</b>	<b>4,533</b>	<b>2,15</b>	<b>10,707</b>
<b>±0.110</b>	<b>±0.561</b>	<b>±0.208</b>	<b>±0.486</b>	<b>±0.150</b>	<b>±1.558</b>		

Tablo 12. Karşılaştırma amaçlı olarak 400 MHz ile bulunan 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerleri  
Buradaki non-en, en, kan h ve amelo kısaltmaları, sırası ile enfekte olmayan, enfekte olan odontojenik kisteleri, kan hücresi içeren kistleri ve ameloblastomayı simgelemektedir.

### 4.3. Rölaksivite Ölçümlerinden Elde Edilen Diğer Bulgular

Madde ve iyon için çizilen grafiklerin eğiminden bulunan ve Tablo 10'da verilen rölaksivite değerleri, eklenen iyon ve madde tipine ve bu maddelerin eklendiği kist tipine bağlı olarak değişmektedir. Bu farklılıkları değerlendirmek için iki farklı maddenin ya da iki farklı iyonun rölaksivitesinin oranları kullanılır. Böyle bir oran, iyon ya da maddelerin durulmaları değiştirmedeki birbirlerine göre olan bağıl etkinliğini vermektedir. Örneğin, odontojenik kistlerde (bakır T<sub>1</sub> rölaksivitesi)/(demir

$T_1$  rölaksivitesi) =  $(0.50)/(0.31) = 1.61$  olarak bulunmuştur. Bu demektir ki; odontojenik kistlerde bakır  $T_1$  i değiştirmede demirden 1.61 kat daha etkilidir. Bu tip oranlamalardan çıkan bulgular Tablo 13 de verilmiştir.

Rölaksivite oranları	Odontojen $T_1$	Odontojen $T_2$	Kan Hücr. $T_1$	Kan Hücr. $T_2$
Bakır/Demir	1.61	$0.12 = 1/8.33$	1.06	$1.01$
Mangan/demir	105	$75.43$	-	
Mangan/Bakır	65.28	$607$	-	-
Kolesterol/albumin	3.2	$6.94$	-	
Album/ $\gamma$ -globulin	-	-	5.64	$0.542 = 1/1.85$

Tablo 13. Eklenen iyon ve maddelerin rölaksayon değiştirme etkinliklerinin ( $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelerinin) sütun bazında karşılaştırılması

Tablo 13'den görüldüğü üzere, odontojenik kistlerin  $T_1$ 'ini değiştirmede kolesterol albuminden 3.2 kat daha etkilidir. Odontojenik kistlerin  $T_2$ 'sini değiştirmede ise kolesterolün albüminden 6.94, demirin bakırdan 8.33 kat daha etkili olduğu saptanmıştır. Kan hücresi içeren kistlerde ise  $T_1$ 'i değiştirmede albümin  $\gamma$ -globulinden 5.64 kez daha etkili iken,  $T_2$ 'yi değiştirmede  $\gamma$ -globulin albümine göre 1.85 kat daha etkili bir durulma değiştiricisidir. Bakır ve demirin, kan hücresi içeren kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$  sini değiştirme oranları aynıdır. Kontrast maddelerin ana elemanı olan manganın ise en etkili durulma zamanı kısaltıcısı olduğu belirlenmiştir. Odontojenik kistlerin  $T_1$ 'ini değiştirmede mangan demirden 105 kat, bakırdan 65,28 kat daha etkili iken;  $T_2$ 'yi değiştirmede demirden 75,43 kat, bakırdan ise 607 kat daha etkilidir.

$T_2$  ve  $T_1$  rölaksivitelerini karşılaştırmak için, kist tipine ait rölaksivite oranları da kullanılmıştır. Bu oranlar : (Odontojenik kist  $T_2$  rölaksivitesi/Odontojenik kist  $T_1$  rölaksivitesi), (kan hücresi içeren kist  $T_2$  rölaksivitesi/kan hücresi içeren kist  $T_1$

röleksivitesi) şeklindedir. Ayrıca kan hücrelerinin röleksivite üzerine olan etkisini anlamak için de, (kan hücresi içeren kist  $T_1$  röleksivitesi/Odontojenik kist  $T_1$  röleksivitesi), (kan hücresi içeren kist  $T_2$  röleksivitesi/Odontojenik kist  $T_2$  röleksivitesi) gibi oranlar kullanılmıştır. Bu oranlar Tablo 14 de verilmiştir.

	$R_{T2o}/ R_{T1o}$	$R_{T2kh}/ R_{T1kh}$	$R_{T1kh}/ R_{T1o}$	$R_{T2kh}/ R_{T2o}$
Demir	3.84	1.88	2.23	4.19
Bakır	0.30 = 1/3.33	1.79	1.47	8.88
Mangan	2.75	-	-	-
Albumin	6.60	2.42	14.1	5.17
Kolesterol	14.31	-	-	-
g-globulin	-	25.16	-	-

Tablo 14. Eklenen iyon ve maddelerin röleksayon değıştirme etkinliklerinin ( $T_1$  ve  $T_2$  röleksivitelerinin) satır bazında karşılaştırılması

Bu tablodaki  $R_{T1o}$ ,  $R_{T2o}$ ,  $R_{T1h}$ ,  $R_{T2h}$  sembolleri sırası ile odontojenik kist  $T_1$ , odontojenik kist  $T_2$ , kan hücresi içeren kist  $T_1$  ve kan hücresi içeren kist  $T_2$  röleksivitelerini göstermektedir. Görüldüğü üzere odontojenik kistlerin  $T_2$ 'sini  $T_1$  göre: demir 3.84 kat, mangan 2.75 kat, albümin 6.6 kat ve kolesterol 14.31 kat daha etkili değıştirmektedir. Kan hücresi içeren kistlerin  $T_2$ 'sini ise  $T_1$ 'e göre: demir 1.88 kat, bakır 1.79 kat, albumin 2.42 kat ve  $\gamma$ -globulin 25.16 kat daha etkili değıştirmektedir. Ayrıca kan hücrelerinin varlığı, iyon ve maddelerin durulmayı daha etkili olarak değıştirmesine neden olmaktadır. Tablo 12'den görüldüğü üzere kan hücresi içeren kist  $T_1$ 'ini odontojenik kist  $T_1$  ine göre değıştirmede, demir 2.23 kat, bakır 1.47 kat, albumin 1.41 kat etkili iken; kan hücresi içeren kist  $T_2$ 'sini odontojenik kist  $T_2$ 'sine göre değıştirmede, demir 4.19 kat, bakır 8.88 kat, albümin 5.17 kat etkilidir.

#### 4.3.1. MR ve NMR ile Ölçülen Doğal Kist $T_1$ ve $T_2$ Değerlerinin Karşılaştırılmasından Çıkan Diğer Bulgular

Bu tez kapsamında incelenen kist gruplarının ortalama  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin farklı olduğu ve radiküler ağırlıklı kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri yolu ile kan hücresi içeren kistlerden ayırt edilebilmektedir. Bu konuya ilişkin değerlendirmenin sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

	$p (1/T_1)$	$P (1/T_2)$
<i>enfekte olmayan–enfekte olan</i>	<i>0.54</i>	<i>0.06</i>
<i>enfekte olmayan-kan hücreli</i>	<i>0.001</i>	<i>0.001</i>
<i>enfekte olan-kan hücreli</i>	<i>0.01</i>	<i>0.171</i>

Tablo 15. MR ile saptanan  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin, farklı kist tiplerinin ayırt edilmesinde (tanı) taşıdığı potansiyele yönelik istatistiksel karşılaştırma.

(ANOVA Turkey’s HSD testi)

Görüldüğü gibi enfekte olmayan kistlerin hem  $T_1$  ve hem de  $T_2$ ’si, enfekte olanların  $T_1$  ve  $T_2$ ’sinden farklı değildir ( $p>0.05$ ). Ayrıca radiküler ağırlıklı odontojenik kistlerin (enfekte olan ve olmayan)  $T_1$  değerleri, kan hücresi içeren kistlerin  $T_1$ ’lerinden anlamlı olarak farklıdır ( $p<0.01$ ). Enfekte olmayan kistlerin  $T_2$  değerleri de, kan hücresi de içeren kistlerin  $T_2$  değerlerinden farklıdır ( $p<0.001$ ). Ancak enfekte kistlerin  $T_2$ ’leri, kan hücresi içeren kistlerin  $T_2$ ’lerinden farklı değildir ( $p>0.05$ ).

400MHz NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerden elde edilen sonuçların çeşitli kist gruplarını ayırt edip edemediğini anlamak için, istatistiksel karşılaştırılma gerektirmektedir. Böyle bir karşılaştırma tablo 16’da verilmiştir.

	$P (1/T_1)$	$P (1/T_2)$
<i>enfekte olmayan-enfekte olan</i>	<i>0.002</i>	<i>0.049</i>
<i>enfekte olmayan-kan hücreli</i>	<i>0.001</i>	<i>0.022</i>
<i>enfekte olan-kan hücreli</i>	<i>0.129</i>	<i>0.191</i>

Tablo 16. 400MHz NMR ile saptanan  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin, farklı kist tiplerinin ayırt edilmesinde (tanıda) taşıdığı potansiyele yönelik istatistiksel karşılaştırma

Görüldüğü üzere, 400 MHz NMR ile yapılan kist sıvısı ölçümlerinde enfekte olmayan kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri, enfekte ve kan hücreli kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'sinden anlamlı bir şekilde farklıdır ( $p < 0.05$ ). Ancak enfekte olan kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri, kan hücresi içeren kistlerinkinden farklı değildir ( $p > 0.05$ ).



## 5. TARTIŞMA

MRG tıbbın diğere alanlarındaki çok çeşitli uygulama alanlarının yanı sıra çene-yüz bölgesinde de sıklıkla kullanılan bir tanı yöntemidir. MR üstün kontrast rezolüsyon yeteneğine sahip olması nedeniyle; tanı ve ayırıcı tanı anlamında, özellikle kontrast farkının ve bu farkın derecesinin önemli olduğu olgularda tek seçenek olarak karşımıza çıkmakta ve tedavi yönteminin seçiminde kayda değer destek sunmaktadır.

Bu nedenle konuyla ilgili olarak literatürde çok sayıda in vivo ve in vitro çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Konumuzla ilgili olarak yapılmış olan çalışmalarda, sıklıkla kitlelerin MRG verilerinin histopatolojik bulgularla uyumu araştırılmış veya kontrastı direkt olarak etkileyen  $T_1$  ve  $T_2$  durulma zamanları, sinyal şiddetleri veya rölaksivite değerlerinin ölçümü yapılarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak MR değerlendirme bulguları ile tanı ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.

Bu kapsamda serum proteinlerine dışarıdan madde ve iyon eklenmesi (rölaksivite ölçümleri) ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır.

*Olszewski ve Baranowska, 1993;* çeşitli serum proteinlerinin rölaksasyon değiştirme etkinliğini (rölaksivitelerini) araştırmışlar ve serum proteinlerinin (albumin, gama globulin ve diğere globulinler) rölaksivite değiştirmede etkin olduğunu saptamışlardır.

*Yılmaz ve ark., 1999;* çeşitli paramanyetik iyonların serum  $1/T_1$  durulması üzerine olan etkilerini araştırmışlar ve incelenen iyonlarla ilgili rölaksiviteyi saptamışlardır. Araştırma kapsamında kullanılan paramanyetik iyonların serumda rölaksivite değiştirmede etkin olduklarını belirlemişlerdir.

*Yılmaz ve ark., 2004;* bir başka çalışmada, seruma eklenen çeşitli proteinlerin  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelerini saptamışlar ve çeşitli vücut sıvılarındaki  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin benzerlik ve farklılık nedenlerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak serumdaki protein miktarındaki değişimlerin MR ve NMR ile tanı koymada yararı olacağını bildirmişlerdir.

*Coroiu, 1999;* çeşitli süper paramanyetik materyallerin  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelerini araştırarak bu rölaksivitelerin kontrast için taşıdığı anlamı ortaya koymuştur.  $T_1$  ve  $T_2$  rölaksivitelerinin tanı koymada yardımcı parametreler olabileceğini bildirmişlerdir.

*Marzola ve Cannistraro, 1986;* insan serum albümin çözeltilerinin NMR  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerini, bu çözeltilere eklenen Mn(II), Gd(III) ve Cu(II) konsantrasyonları ile

karşılaştırarak incelemişlerdir. Eklenen her bir iyonun, incelenen çözeltinin durulma zamanını kısalttığını (durulma oranlarını arttırdığını) gözlemlemişlerdir. Yapılan incelemeden Mn(II) ve Gd(II)'ün  $T_1$  ve  $T_2$ 'yi etkili bir şekilde değiştirdiği sonucuna varmışlardır.

*Coroiu ve Cristea, 2005*; çeşitli süper paramanyetiklerin kan ortamındaki rölaksivite hesaplamışlar ve bunların tanı değerlerini analiz etmişlerdir. Tanı koymada, bulunan rölaksivite değerlerinin yardımcı olabileceğini saptamışlardır.

Ayrıca insan karaciğer ve dalağındaki ferritinin rölaksivitesi incelenmiş (Gossuin ve ark., 2005) ve kemik iliği demirinin rölaksivite değerlendirilmesine yönelik yeni çalışmalar da yapılmıştır (Isokawa ve ark., 1997). Ferritinin etkili bir rölaksivite değiştiricisi olduğu saptanmıştır.

Önceki araştırmaların ışığında rölaksivite ölçümleri ile ilgili olarak çalışmamızda, Tablo 1 ve Tablo 4-7'de görüldüğü üzere kist sıvısına eklenen iyon konsantrasyonu arttıkça, sıvının hem  $1/T_1$  ve hem de  $1/T_2$ 'sinin arttığı saptanmıştır (artan miktarda iyon eklenmesi  $T_1$  ve  $T_2$ 'yi aşamalı olarak kısaltır). Yine Şekil 22 ve Şekil 25-28'te izleneceği gibi durulma oranları ile iyon konsantrasyonu arasındaki ilişkinin lineer olduğu belirlenmiştir. Diğer çözelti deneylerinde de durum buna benzerdir. Yani; iyon eklenmesi  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'yi lineer olarak arttırmaktadır (Kang ve ark., 1984; Barnhart ve ark., 1985; Barnhart ve Berk, 1986; Yılmaz ve ark., 1999). Bu nedenle, çalışma sonuçlarımız, diğer çözelti deneylerinin sonuçları ile uyumludur. Bu ölçümlerde,  $(1/T_2)/(1/T_1)$  oranı, her bir iyonun her bir konsantrasyonu için hemen hemen sabit kalmaktadır (ortalama 2,26).

Yine Tablo 2, 3 ve Tablo 8 ve 9'da görüleceği gibi albümin, kolesterol ve  $\gamma$ -globülin eklenen kistlerde ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri de, artan madde eklenmesine bağlı olarak, artmaktadır (madde eklenmesinin giderek artması,  $T_1$  ve  $T_2$ 'yi giderek kısaltmaktadır). Şekil 23 ve 24 ve de Şekil 29 ve 30 durulma oranları ile madde konsantrasyonu arasındaki ilişkinin lineer olduğunu göstermektedir. Daha önce başka sıvılara madde eklenerek yapılan ölçümlerde de, madde eklenmesinin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  'yi lineer olarak arttırdığı gözlenmiş olup, madde eklenmesi deney sonuçları da literatür ile tutarlıdır (Raeymaekers ve ark., 1988; Schuhmacher ve ark., 1990; Olszewski ve Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 2004).  $(1/T_2) / (1/T_1)$  oranı,

özellikle kolesterol için konsantrasyona bağlı görünmektedir. Bu oranın ortalama değeri albümin için 2.6, kolesterol için ise 5.4 olarak saptanmıştır.

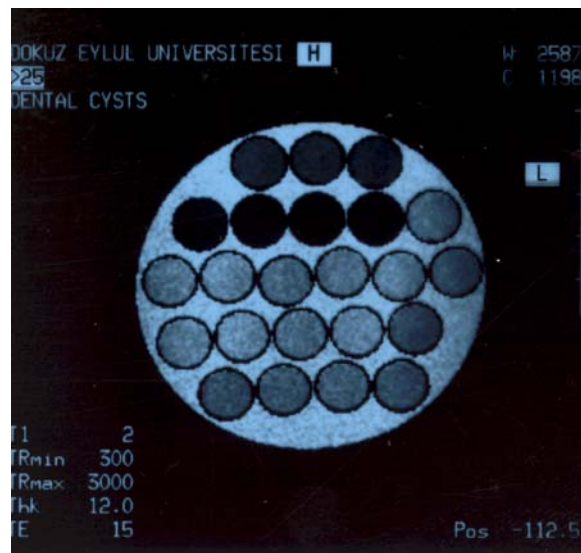
Tablo 10, 13 ve 14’de görüldüğü üzere, rölaksivitelerin eklene iyon ve maddeye göre ve kist tiplerine göre değişimi; daha önce su, serum, kan, %4 HSA, ve safra sıvısına iyon ve madde eklenerek yapılan çalışmaların sonucunda bulunan rölaksivitelerle uyumludur (Kang ve ark., 1984, Barnhart ve ark., 1985; Barnhart and Berk, 1986; Raeymaekers ve Eisendrath, 1988; Schuhmacher ve ark., 1990; Olszewski ve Baranowska, 1993; Yılmaz ve ark., 1999). Bu tip çalışmalarda da, rölaksiviteler iyon tipine ve çözelti tipine bağlı olarak değişmektedir.

Diğer yandan çalışmamızda bakırın odontojenik kistlerdeki  $T_2$  rölaksivitesi hariç, tüm iyon ve maddelerin her iki kist tipindeki (kan hücresi içeren ve içermeyen)  $T_2$  rölaksivitesinin,  $T_1$  rölaksivitesinden daha büyük olduğu bulunmuştur. Bu ise  $T_2$  nin iyon ve madde değişiminden daha fazla etkilendiğini ifade etmekte ve  $T_2$  ölçümlerinin kist gruplarının tanısında kullanılabileceğini bildiren yayınlarla uyumludur (Isoda ve ark., 1993; Minami ve ark., 1996; Hisatomi ve ark., 2000; Wakoh ve ark., 2002; Hisatomi ve ark., 2003; Kress ve ark., 2003; Palacios ve ark., 2004; Erol ve ark., 2004; Taguchi ve ark., 2005). Tablo 14’deki bulgular, kan hücresinin varlığının, eklene madde ve iyonların durulma zamanlarını kısaltma etkinliğini arttırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç da önceki çalışmalarla uyumludur (Kang ve ark., 1984).

Çalışmamızın rölaksivite ile ilgili bulgularını, serumda daha önce yapılan rölaksivite çalışmaları ile karşılaştırmanın faydalı olacağı düşüncesindeyiz. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda albüminin serumdaki  $R_{T_1}$  rölaksivitesi 0.053 ve  $0.035(\text{g/dl*s})^{-1}$  (gram/desilitre) ve  $R_{T_2}$  rölaksivitesi 0.152 ve  $0.24(\text{g/dl*s})^{-1}$  olarak bulunmuşken,  $\gamma$ -globulinin serumdaki  $R_{T_1}$  rölaksivitesi 0.069 ve  $0.045(\text{g/dl*s})^{-1}$  ve  $R_{T_2}$  rölaksivitesi 0.294 ve  $0.68(\text{g/dl*s})^{-1}$  olarak bulunmuştur (Kang ve ark, 1984; Yılmaz ve ark, 2004). Bu durumda albüminin odontojenik kistlerde  $T_1$  ve  $T_2$  kısaltma gücü, serumda  $T_1$  ve  $T_2$  kısaltma gücünden zayıftır. Buna karşın albuminin kan hücresi içeren kistlerde  $T_1$  ve  $T_2$  kısaltma gücü serumdakilerden daha kuvvetlidir.  $\gamma$ -globulinin kan hücresi içeren kistlerin  $T_1$ ’ini kısaltma gücü serumdakine göre zayıflarken,  $T_2$ ’yi kısaltma gücü serumdakine benzer gözükmektedir.

Yine daha önce yapılmış olan çalışmalarda mangan, demir ve bakırın serumdaki  $R_{T_1}$  rölaksivitesinin sırası ile 59.7, 0.54 ve  $5.81(\text{mM})^{-1}$  ve 62.7, 0.28 ve  $0.32(\text{mM})^{-1}$  o,  $R_{T_2}$  rölaksivitesinin ise 61,2 ve  $7.9(\text{mM})^{-1}$  olduğu rapor edilmiştir (Kang ve ark., 1984, Barnhart ve ark., 1985; Barnhart ve Berk., 1986; Yılmaz ve ark., 1999). Manganın odontojenik kistlerin  $T_1$ 'ini kısaltma gücü, serumun  $T_1$ 'ini kısaltma gücüne göre azalmışken;  $T_2$ 'sini kısaltma gücü artmıştır. Bakır ve demirin kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$ 'sini kısaltma gücü de, seruma göre azalmış gözükmektedir.

Diğer yandan bir kist MR filmindeki opasitenin, küçük toplam rölaksivite ve az toplam madde miktarı, MR filmindeki radyolüsensinin ise, büyük toplam rölaksivite ve çok toplam madde miktarı anlamına geldiği genel bilgiler kısmında belirtilmişti. Bu anlatımlar göstermektedir ki; kist sıvılarının rölaksivitesi ile kistlerin MR filmlerindeki görüntüsü arasında birebir ilişki kurmak mümkündür.



Şekil 31. Çeşitli kist örneklerinin  $T_1$  haritası (Erol ve Ark., 2004)

Şekil 28'de görülen kistlere ait MRG kesitinin üst iki satırındaki 7 koyu renkli örnek kan hücresi içeren kistlerdir. Yapmış olduğumuz analizlere göre, bu örnekler total rölaksivitesi en büyük ve dolayısı ile madde miktarı en çok olanlardır. Daha önce yapılan araştırmalarda da bu tip kist sıvısı örneklerinde  $1/T_1$  değeri en büyük ve madde miktarı en fazla bulunmuştur (Erol ve ark., 2004). Fantomların MR görünümdeki orta koyuluktaki 5 örnek (alt satır ve ikinci satır sağ yan) enfekte olan radiküler kistleri temsil etmektedir. Yine araştırmamızda yaptığımız analizlere göre,

bu örneklerin total rölaksivitesinin kan hücresi içerenlerden küçük ve dolayısı ile örneklerdeki madde miktarının kan hücresi içerenlerden az olması öngörülmüştür. Daha önce yapılmış olan araştırmalarda da, bu örneklerin  $1/T_1$  ve madde miktarı kan hücresi içeren kistlerden daha az bulunmuştur (Erol ve ark., 2004). MR kesitinin orta satırlarında yer alan 10 açık örnek ise, non-enfekte kistleri simgelemektedir. Analizimize göre bu örneklerin rölaksivitesinin en küçük ve dolayısı ile örneklerdeki madde miktarının en az olması beklenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da  $1/T_1$  ve madde miktarı en az bulunmuştur (Erol ve ark., 2004). Çalışmamızda enfekte ve non enfekte kistlere ilişkin olarak, öngörülerimiz doğrultusunda, diğer çalışmalara benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Non-enfekte radiküler kistlerden birinin (orta satırın sağındaki son örnek) tonu, enfekte radiküler kistlere benzemektedir. Bu ton ise, sözkonusu örneğin rölaksivitesinin enfekte kistlerinkine benzediğini anlatmaktadır. 1.5T MR ile alınan görüntülerdeki kontrast da aynı nedenlerden kaynaklanmaktadır. Mevcut kist MR görüntüleri, görüntülerin  $T_1$  ve  $T_2$ ' ye bağlı olduğunu bildiren literatür analizleri ile tutarlıdır (In Den Kleef, 1987; Bakker ve Moerland, 1989). Bu bilgilerin ışığında kistlerdeki madde ve iyon değişimlerinin ya da rölaksivite değişimlerinin, MR kist filmlerindeki kontrasta olan etkileri şöyle somutlaştırılabilir:

- Enfekte olmayan kistlerin içeriğindeki total madde az olduğundan, total rölaksivite küçük ve dolayısı ile bu kistlerle ilgili MR filmi opak olur.
- Enfekte olan kistlerin içeriğindeki total madde biraz daha fazla olduğundan, total rölaksivite biraz daha büyüktür ve dolayısıyla filmdeki radyolüseni artar.
- Kan hücresi içeren kistlerin içeriğindeki total madde en fazla olduğundan ve bu kistlerde etkili madde (kan hücresi) bulunduğundan, total rölaksivite en büyük ve dolayısıyla film en koyu (radyolüsent) olur.
- Herhangi bir kist tipinin içeriğine etkili bir durulma kısaltıcısı (relaxer) dominant olarak girdiğinde, MR filminin tonu koyulaşır. Az etkili bir durulma kısaltıcısı (relaxer) dominant olarak girdiğinde ise, MR filminin tonu opaklaşır.
- Kistlerdeki total rölaksivite ve total maddenin giderek azalması, filmdeki koyuluğun giderek azalmasına yol açarken; total madde ve total rölaksivitenin giderek artması da, filmin koyuluğunun giderek artmasına yol açar.

Rölaksiviteğin kontrast parametresi olduğu dikkate alınarak, çeşitli organlarda bulunan bazı iyonların rölaksiviteği saptanmıştır. Rölaksiviteğin MR'da tanı ya da

organdaki iyon miktarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Drayer ve ark.,1986; Siegelmen ve ark., 1991; Vymazal ve ark., 1999; Cotton ve Hermie, 2006; Gossuin ve ark., 2005; Anderson ve ark., 2001; Wood ve ark., 2005; Isokawa ve ark., 1997; Frank ve ark., 1991; Aisen ve ark., 2004; Mavrogeni ve ark., 1998). Bu nedenle, kistlerdeki rölaksivite ölçümlerimiz literatürle tutarlıdır.

Bundan başka çok sayıda araştıracının doğal kist MR T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ölçümleri ile ilgili olarak yaptığı önceki çalışmalar da dikkat çekmektedir. Bu kapsamda;

*Galletti ve ark., 2000;* maksiller bölge kistlerini MR ile inceledikleri bir çalışmada, klinik verilerin uygun olmadığı durumlarda, MR bulgularının tanı için yararlı olacağını belirtmişlerdir.

*Hisatomi ve ark., 2000;* ameloblastoma ve glanduler odontojenik kiste ait MR bulgularını histopatolojik verilerle karşılaştırmışlar ve MRG'nin tanı için yararlı olacağını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar sonuçları T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ağırlıklı görüntülerden elde ettiklerini bildirmişlerdir.

*Konouchi ve ark., 2002 ;* adenomatoid odontojenik tümörü MRI ile inceledikleri çalışmalarında, sonuçlarını T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ağırlıklı görüntülerden elde edilen sinyal şiddetlerine dayandırdıklarını rapor etmişlerdir. Örneklerin histopatolojik incelemesi ile MR dan elde edilen bulguların birbirleriyle uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

*Wakoh ve ark., 2002;* radyografik olarak fibröz ve soliter kist yapısı sergileyen bir mandibuler ameloblastoma olgusunda, radyografi ve NMR çalışmalarından sonra kitlenin cerrahi tedavisinin ardından kesin tanıyı koyduklarını ve konvansiyonel yöntemlerin tanı için uygun olmadığını, ancak MR'ın kitlenin doğasını aydınlatmada yararlı olduğunu rapor etmişlerdir.

*Asaumi ve ark., 2003;* mandibuladaki anevrizmal kemik kistini MR ve BT ile inceledikleri bir çalışmada, bu kistin özelliklerini, benzer radyografik görüntüler veren diğer kitlelerin özellikleri ile karşılaştırmışlardır. Kistin T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ağırlıklı görüntülerinden sinyal şiddetleri alınmış ve bu şiddetleri görüntülerinin durumu ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak farklı görüntülerden farklı sinyal şiddetleri elde etmişler ve ayırıcı tanıda yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

*Hisatomi ve ark., 2003;* MR epiteliyal kist görünümünü diğerlerinden ayırmak için, 27 epiteliyal kistin MR görüntülerini (7 odontojenik keratokist, 3 dentijeröz

kist, 1 glandular odontojenik kist, 10 radiküler kist, 4 nazopalatinal kist, and 2 nazolabiyal kist) elde ettikleri çalışmalarında, bu kist tiplerinin T<sub>1</sub>- ve T<sub>2</sub>-ağırlıklı ve kontrast kullanımlı sinyal şiddetlerini karşılaştırmışlardır. Ölçümlerden elde edilen bilgilerin geleneksel radyografik yöntemlerden daha yararlı olduğu sonucu çıkarılmıştır.

*Kress ve Ark., 2003*; MR tekniği kullanarak mandibuler kistik lezyonların preoperatif tanısına yönelik görüntüler aldıkları araştırmalarında, kistik lezyon boyunca uzanan nörovasküler kılıfın MR ile görüntülenebileceğini bildirmişler ve bunun tümör MRG protokoluna dahil edilebileceğini vurgulamışlardır.

*Kurabayashi, 2003*; oral bölgenin yumuşak doku lezyonlarına ait BT ve MR görüntülerinin tanı için taşıdığı değeri araştırmışlardır.

*Kress ve ark., 2003*; kistik lezyon ile nörovasküler demetin seyri arasındaki ilişkinin görüntülenmesini amaçladıkları araştırmalarında, mandibuler alanda gelişen 13 lezyon (9 keratokist, 1 eozinofilik granuloma, 1 plazmositoma, 2 adamantinoma) üzerinde çalışmışlardır. Patolojik prosesler T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> ağırlıklı görüntülerle izlenmiş ve nöral yapıların MR ile görüntülenebileceği kanısına varılmıştır.

*Palacios ve ark., 2004*; 13 yaşında olan nevoid bazal hücre karsinoma sendromlu bir hastayı MR ile inceledikleri çalışmalarında, fasiyal ve mandibuler bölgeleri öncelikle BT ile inceleyerek büyük kistik değişmeler rapor etmişlerdir. Bu kistik değişimlerin tabiatı ise T<sub>1</sub>- ve T<sub>2</sub> ağırlıklı MR incelemesi ile ortaya konmuştur. Odontojenik keratokistlerin yapılarının ve iç bileşiminin saptanmasında, MR'ın üstün olduğu saptanmıştır.

*Erol ve ark., 2004*; 16 radiküler ve 7 kan hücresi içeren kist olgusunun T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> durulmalarını 1T (42MHz)'de çalışan bir MR ile ölçtükten sonra; 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> oranları ile viskozite ve katı/sıvı (Ms/Mv) oranı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu araştırmada, 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> oranları ile bu parametreler arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Çalışmada kan hücresi içeren kistlerin 1/T<sub>1</sub> ve 1/T<sub>2</sub> değerlerinin, enfekte radiküler kist alt grubundan farklı olmadığı; ancak enfekte olmayan radiküler kist alt grubundan farklı olduğu bulunmuştur.

*Rapidis ve ark., 2004*; 11 ameloblastomalı hastayı inceledikleri araştırmalarında, MR ile görüntüleme yaparak tedavi yöntemlerini tartışmışlardır.

*Taguchi ve ark.*, 2005; maksilla ve mandibulada oluşan metastatik retinoblastomayı  $T_1$  ve  $T_2$  ağırlıklı görüntülerle saptamışlardır.

Tablo 11 ve 12'den anlaşılacağı üzere, doğal kist sıvılarının MR ve NMR ile  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin ölçüm sonuçlarına göre; bütün grupların ortalama  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerleri birbirinden farklıdır. Her grubun  $1/T_2$  değeri  $1/T_1$  değerinden yüksek çıkmaktadır. Ameloblastomanın  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin ise, diğer gruplarınkinden oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Tablo 15'de verilen karşılaştırmalara göre,  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin ikisi de enfekte olmayan odontojenik kist alt grubunu, kan hücresi içeren kistlerden ayırmaktadır. Ayrıca  $T_1$  enfekte odontojenik kist alt grubunu da kan hücresi içeren kistlerden ayırmaktadır. Bu tablo ile elde edilen istatistiksel anlamlılık değerleri (p), çeşitli kist gruplarının MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin istatistiksel karşılaştırılması üzerine yapılan önceki çalışmalar ile uyumludur (Minami ve ark, 1996).

Ameloblastomanın 1.5T MR ile ölçülen  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin diğer gruplardan farklı çıkması da, önceki çalışmalarla paralellik arz etmektedir (Minami ve ark.,1996). Ayrıca 1.5 MR ile ölçülen  $T_1$  ve  $T_2$  değerleri ile 1T MR ile ölçülen değerler arasındaki benzerlik, ölçümlerin 1T-1.5T aralığında frekans bağılılığı göstermediğini doğrulamakta ve daha önceki literatür bilgileri ile uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır (Koenig, ve Schillinger, 1969; Koenig ve ark., 1975; Grösch ve Noack, 1976). Diğer yandan Tablo 16'da verilen çeşitli kist gruplarının 400MHz NMR  $T_1$  ve  $T_2$  karşılaştırılmaları, ameloblastomanın  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin, diğer tüm kistlerinkinden çok farklı olduğunu ortaya koymuştur. Bu ölçümler enfekte olmayan kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  ölçümleri yolu ile, enfekte ve kan hücresi içeren kistlerden ayrılabilceğini de ortaya koymaktadır. Bu bulgular, kistlerde yapılacak MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin tanı için yararlı olacağına dair önerileri güçlendirmektedir. Doğal kist MR ve NMR ölçümleri, tanı amaçlı olarak yapılan önceki çalışmalarla da uyumludur.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1 Sonuçlar

#### 6.1.1. Madde ve İyon Eklemeye Ait Grafiklerden Elde Edilen Sonuçlar

- 1) Eklenen tüm madde ve iyonlar, kist  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'sini değiştirmiştir.
- 2) Kist sıvısına eklenen iyon ya da madde miktarı arttıkça, sıvının hem  $1/T_1$  ve hem de  $1/T_2$ 'si artmıştır.
- 3) Rölaksivite karşılaştırmalarında, eklenen iyon ve maddelerin  $1/T_1$  ya da  $1/T_2$  değiştirme etkinliklerinin farklı olduğu görülmüştür.

#### 6.1.2. Rölaksivite Karşılaştırmalarından Elde Edilen Sonuçlar

- 1) Odontojenik kistlerdeki bakır hariç, tüm  $T_2$  rölaksivitelerinin  $T_1$  rölaksivitelerinden daha büyük olduğu saptandı.
- 2) Demir ve kolesterolün odontojenik kistlerin  $T_2$ 'sini ( $T_1$ 'ine göre) daha etkili bir şekilde değiştirdiği görüldü. Bakırın ise odontojenik kistlerin  $T_1$ 'ini,  $T_2$ 'sine göre daha etkin bir şekilde değiştirdiği belirlendi.
- 3) Kan hücresi içeren kistlerde bakır ve demirin  $T_1$  ve  $T_2$ 'yi değiştirme etkinliğinin aynı olduğu saptandı.
- 4) Kan hücresi içeren kistlerde albüminin  $\gamma$ -globuline göre daha etkili bir  $T_1$  değiştiricisi ve  $\gamma$ -globulinin ise albümine göre daha etkili bir  $T_2$  değiştiricisi olduğu bulundu.
- 5) Her iki kist gurubunda mangan en etkili rölaksasyon değiştiricisi olarak belirlendi.
- 6) Demir ve bakır kan hücresi içeren kistlerin durulmalarını odontojenik kistlerinkine göre daha etkili bir şekilde değiştirmekteydi.
- 7) Albümin ve  $\gamma$ -globulin kan hücresi içeren kistlerin durulmalarını odontojenik kistlerinkine göre daha etkin olarak değiştirirken, kolesterolün odontojenik kistlerin durulmalarını değiştirmede etkili olduğu belirlenmiştir.
- 8) Eklenen maddelerin tümünün kan hücresi içeren kistlerin durulmalarını odontojenik kistlerinkine göre daha çok değiştirdiği saptandı.

### 6.1.3 Etkinlik Karşılaştırılmasından Elde Edilen Sonuçlar

- 1) Kistlerin  $T_2$  rölaksivitesini ( $R_{T_2}$ ),  $T_1$  rölaksivitesine ( $R_{T_1}$ ) göre en etkili değiştiren iyonun demir olduğu saptanmıştır.
- 2) Albümin odontojenik kistlerde  $T_2$  rölaksivitesini  $T_1$  rölaksivitesine göre daha hızlı değiştirmektedir.
- 3) Kolesterolün odontojenik kistlerde  $T_2$  rölaksivitesini  $T_1$ 'e göre oldukça etkili değiştirdiği belirlenmiştir.
- 4)  $\gamma$ -globulinin kan hücresi içeren kistlerde  $T_2$  rölaksivitesini  $T_1$ 'e göre oldukça etkili değiştirdiği bulunmuştur.
- 5) Eklenen maddelerin tümü kan hücresi içeren kistlerin durulmalarını odontojenik kistlerinkine göre daha çok değiştirmiştir. Sonuç olarak kan hücrelerinin varlığı,  $T_1$  ve  $T_2$ 'yi kısaltma etkinliğini arttırmaktadır.

### 6.1.4. Doğal Kist Sıvısı $T_1$ ve $T_2$ Ölçümlerinden Elde Edilen Sonuçlar

- 1) İstatistiksel değerlendirme, MR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin çeşitli kist gruplarını ayırma (tanı) yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.
- 2) Bu değerlendirmeler; 400 MHz'de NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin de çeşitli kist gruplarını ayırma (tanı) yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir.
- 3) Hem MR ve hem de NMR da kistik ameloblastomanın  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  değerlerinin, tüm kistlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'lerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

## 6.2. Tanı yönünden Değerlendirme

### 6.2.1. Rölaksivite Sonuçlarının Kist Tanısı Yönünden Değerlendirilmesi

- 1) Kistlerdeki  $1/T_1$  ile  $1/T_2$  değerleri, kist içeriğindeki iyon ve madde miktarları tarafından değiştirilmektedir.
- 2) Kontrast  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'ye bağlı olduğu için, kist içeriğindeki iyon ve madde değişimlerinin kontrastı da değiştirdiği saptanmıştır.
- 3) Madde ve iyon miktarlarındaki değişimlerin  $1/T_1$  ve  $1/T_2$ 'yi değiştirme hızı rölaksivite olarak tanımlandığından, rölaksivite filmlerdeki kontrastı simgeleyen sayılar olarak karşımıza çıkmakta ve tanı için fikir vermektedir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar da bu bilgiyi destekler niteliktedir.

4) Rölaksivite tablolarında, her bir iyon ve maddenin rölaksivitesinin farklı olduğu, yani her bir iyon ve maddenin kontrastı farklı etkilediği görülmektedir. Bu tablolara göre büyük rölaksiviteli elemanların kontrastı en çok, küçük rölaksiviteli elemanların ise kontrastı en az değiştirdiği belirlenmiştir. Bu nedenle; in vitro kist sıvılarında yapılan rölaksivite ölçümleri, in vivo kist MR filmlerinin değerlendirilmesi ve tanı için faydalıdır.

5) Bir kist MR filminin radyolüsent olması, kistin total rölaksivitesinin büyük olması ya da kist içeriğindeki total madde miktarının fazla olması anlamına da gelir. Bir kist MR filminin opak olması ise, kistin total rölaksivitesinin küçük olması ya da kist içeriğindeki total madde miktarının az olması anlamına da gelir.

6) Odontojenik kistlerin göreceli olarak az madde içermelerinden dolayı total rölaksivitelevlerinin küçük olduğu ve bu nedenle genellikle opak görünüm verdikleri saptanmıştır. Kan hücresi de içeren kistler total madde miktarları daha fazla ve etkili bir durulma değıştiricisi olan kan hücrelerini de içerdiklerinden, daha büyük total rölaksiviteye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle MR filmlerinin radyolüsent olduğu belirlenmiş olup, aynı yorum kistlerle ameloblastomaların film karşılaştırılması için de geçerlidir.

### 6.2.2. Rölaksivite Sonuçlarının Değerlendirilmesine Bağlı Öneriler

1)  $T_2$  rölaksivitelevlerinin  $T_1$  rölaksivitesinden büyük çıkması,  $T_2$ 'nin kist tanısı için daha iyi bir parametre olduğunu ortaya koymaktadır.

2) Kistlere eklenen madde ve iyonların durulma zamanlarını kısaltma yeteneği kan hücreleri tarafından daha da güçlendirilmektedir. Demir ve bakırın kan hücresi içeren kistlerin  $T_2$ 'sini (odontojeniklerinkine göre) daha etkili değıştirmesi ve albüminin ise kan hücresi içeren kistlerin  $T_1$ 'ini (odontojeniklerinkine göre) daha etkili değıştirmesi,  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin kan hücresi içeren kistleri odontojenik kistlerden ayırma potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır.

3) Manganın en etkili durulma kısaltıcısı çıkması, mangana dayalı bir kontrast maddenin kistler için de kullanılabilir olduğunu önermektedir.

4) Rölaksivite kontrastı simgeleyen bir sayı olduğundan, rölaksivite ölçümleri kontrast değerlendirilmeleri ve dolayısı ile tanı için yararlıdır.

5) Eklenen iyon ve maddelerin tümünün kistlerin  $T_1$  ve  $T_2$ 'lerini kısaltması, her bir elemanın rölaksivitesinin farklı olması ve kist tipine göre de değişmesi; çeşitli kistlerin  $T_1$  ya da  $T_2$ 'lerindeki farklılıkların ya da benzerliklerin nedeninin, o kist tiplerinin içeriğindeki madde ve iyonların değişik rölaksiviteleri ve konsantrasyonları olduğunu ortaya koymaktadır. Öyleyse bileşimindeki madde ve iyon tipi ve madde ve iyon konsantrasyonu farklı olan kist tipleri NMR  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümleri yolu ile ayırt edilebilirler. Aynı yorum diğer vücut sıvıları için de geçerlidir.

### 6.2.3 Doğal kist Sıvısı $T_1$ ve $T_2$ Ölçümlerinin Tanı İçin Değerlendirilmesi

- 1) MR ile daha önce ve bu tez kapsamında ölçülen  $T_1$  ve  $T_2$  değerleri, çeşitli kist gruplarını birbirinden ve kistik ameloblastomayı kistlerden ayırmada tanı potansiyeli taşımaktadır.
- 2) Çeşitli grupların 400 MHz NMR  $1/T_1$  ve  $1/T_2$  karşılaştırılmalarından elde edilen bulgular, yüksek alan NMR'ın da çeşitli kist gruplarını birbirinden ve ameloblastomayı kistlerden ayırmada tanı potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır.
- 3) Gerek MR ve gerekse NMR ölçümlerinde her bir kist grubunun  $1/T_2$ 'sinin  $1/T_1$ 'inden yüksek çıkması,  $T_2$ 'nin tanı için daha iyi bir parametre olduğunu öngörmektedir.
- 4) Ancak gerek MR ve gerek NMR ölçümlerinde farklı gruplardaki bazı örneklerin  $1/T_1$  ya da  $1/T_2$  değerlerinin aynı olması,  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin mutlak ayırt edicilik (doğru tanı koyma) yeteneğini sınırlamaktadır.

### 6.2.4. Doğal Kist Sıvısı $T_1$ ve $T_2$ Ölçümlerinin Değerlendirmesine İlişkin Öneriler

Çeşitli kist gruplarının  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin birbirinden farklı olması ve ameloblastomanın  $T_1$  ve  $T_2$  değerlerinin de kistlerinkinden farklı çıkması,  $T_1$  ve  $T_2$  ölçümlerinin kist tanısı için kullanılabileceğini önerir.

## KAYNAKLAR

- YILMAZ A., ULAK F.S. and BATUN M.S. (2004). Proton T1 and T2 relaxivities of serum proteins Magnet. Reson. Imaging; 22, 683-68.
- YILMAZ A., YURDAKOÇ M., and IŞIK B. (1999). Influence of transition metal ions on NMR proton T1 relaxation times of serum, blood and red cells, Biol. Trace Elemets Res 67(2), 187-193.
- ASAUMI J., KONOUCI H., HISATOMI M., MATSUZAKI H., SHIGEHARA H., HONDA Y., KISHI K. (2003 Feb). MR features of aneurysmal bone cyst of the mandible and characteristics distinguishing it from other lesions. Eur J Radiol.;45(2):108-12.
- YURT A. (2005). Serumda Farklı Süperparamagnetik Partiküllerin Relaksiviteilerinin Magnetik Rezonans Görüntüleme Yöntemiyle İncelenmesi, Doktora Tezi, E.Ü.Fen-Bilimleri Enstitüsü.
- BAKKER CJG, MOERLAND MA. (1989). Simple formulae for the calculation of rho,T1and T2 from a properly designed diagnostic NMR experiment. *Magn Reson Imaging.*, 7:305-307.
- BARNHART JAMES L. and BERK ROBERT N. (1986). Influence of Paramagnetic Ions and pH on Proton NMR Relaxation of Biologic Fluids. Invest Radiol., 21: 132-136.
- BARNHART JL., BERK RN. and ANDRE M. (1985). Influence of Mn(II) on Relaxation Times of Biological Fluids, Physiological Chemistry and Physics and Medical NMR., 17:53-70.
- BEER A., KOLK A., NEFF A., HOF N., TREUMANN T., RUMMENY EJ., (2004 Apr). Cine MRI of the temporomandibular joint in comparison to static MRI and axiography. *Rof.*, 176(4):506-512.
- BLOCH F., HANSON WW., PACKARD M. (1946). Nuclear induction. *Phys Rev.*, 69: 127.
- BOUSERHAL C., JACOBS R., QUIRYNEN M., VAN STEENBERGHE D. (2002). Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, 4(3):156-72.
- BROOKS RA., VYMAZAL J., BULTE JEFF WM., BAUMGARNER CD., TRAN VU. (1995). Comparison of T<sub>2</sub> Relaxation in Blood,Brain and Ferritin, *JMRI.*, 4:446-450.

- BYUN ES., AHN SJ., KIM TW. (2005 Jul). Relationship between internal derangement of the temporomandibular joint and dentofacial morphology in women with anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*;128(1):87-95.
- CARR AB., GIBILISCO JA., BERQUIST TH. (1987). Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: preliminary work. *J. Craniomandib Disord.*, 1(2):89-96.
- CEVIDANES LH., FRANCO AA., GERIG G., PROFFIT WR., SLICE DE., ENLOW DH., YAMASHITA HK., KIM YJ, SCANAVINI MA., VIGORITO JW. (2005 Jul). Assessment of mandibular growth and response to orthopedic treatment with 3- dimensional magnetic resonance images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*;128(1):16-26.
- CHIBA M., ECHIGO S. (2005 Mar). Longitudinal MRI follow-up of temporomandibular joint internal derangement with closed lock after successful disk reduction with mandibular manipulation. *Dentomaxillofac Radiol.*;34(2):106-111.
- COROIU I. (1999).“ Relaxivities of Different Superparamagnetic Particles for Application in NMR Tomography”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*; 201: 449-452
- COTTON F. and HERMIE M. (2006). The advantage of high relaxivity contrast agents in brain perfusion, *European Radiology Supplements* 16,16-26
- DAMADIAN R., GOLDSMITH M., MINKOFF L. (1977). NMR in cancer: XVI. Fonar image of the live human body. *Physiol Chem Phys*; 9: 97-100.
- DAMADIAN R. (1971). Tumor detection by nuclear magnetic resonance. *Science*; 171:1151-1153.
- DE CERTAINES J., BERNARD AM., BENOIST L., RIVET P., GALLIER J., MORIN P. (1981). " Nuclear Magnetic Resonance Study of Cancer :Systemic Effect on the Proton Relaxation Times (T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>) of Human Serum" *Cancer Detection and Presentation*; 4 : 267-271.
- DRAYER B., BURGER P, DARWIN R., RIEDERER S., HERFKENS R., JOHNSON AG. (1986). MRI of Brain Iron, *AJR*; 147: 103-110.
- ERASMUS JH., THOMPSON IO., VAN RENSBURG LJ., VAN DER WESTHUIJZEN AJ. (1998 Jan). Central calcifying odontogenic cyst. A review of the literature and the role of advanced imaging techniques. *Dentomaxillofac Radiol.*;27(1):30-5.

- EROL B., YILMAZ UN., TANRIKULU R., YILMAZ A. (2004 May). Determinants of MR relaxation rates in jaw cysts: implications for diagnostic values of the relaxation times. *Dentomaxillofac Radiol.*;33(3):183-7.
- FARMAN AG., KUSHNER GM., GOULD AR. (2002) A sequential approach to radiological interpretation. *Dentomaxillofac Radiol.*; 31(5):291-298.
- FRANK H. MILLER., MADELEINE R. FISHER, WILIAM SOPER and RICHARD M. GORE; (1991).“ MRI of hepatic iron deposition in patients with renal transplant”, *Abdominal Imaging* Vo. 16 No. 1 , 229-233
- GAHLEITNER A., SOLAR P., NASEL C., HOMOLKA P., YOUSSEFZADEH S., ERTL L., SCHICK S. (1999). Magnetic resonance tomography in dental radiology (dental MRI). *Radiologe.* ; 39(12):1044-50.
- GALLETTI B., BUCOLO S., ABBATE G., CANTON BASCUAS M., ROMANO G., FERA G., FRENI F. (2000 Jun). Upper maxillary cysts: embryogenic and surgical considerations in our cases *Acta Otorhinolaryngol Ital.*;20(3):177-86.
- GOSSUIN Y., MULLER RN., GILLIS P., BARTEL L. (2005 Dec). Relaxivities of human liver and spleen ferritin: *MRM*;23(10):1001-4)
- GOTO TK., YAHAGI M., NAKAMURA Y., TOKUMORI K., LANGENBACH GE., YOSHIURA K. In vivo cross-sectional area of human jaw muscles varies with section ocaion and jaw position.
- GRAY CF., REDPATH TW., SMITH FW., STAFF RT. (2003 Feb). Advanced imaging:Magnetic resonance imaging in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.*;14(1):18-2
- GRÖSCH L., NOACK F. L., (1976). NMR relaxation investigation of water mobility in aqueous bovine serum albumin solutions, *Biochim Biophys Acta* 453, 218-232.
- GUSTAV O. KRUGER (1979).*Textbook Of Oral And Maxillofacial Surgery*, Fifth Edition, The C. V. Mosby Company, St Louis, Toronto, London. 258-261
- H. HARNISH. (1974). *Clinical aspects on treatment of cysts of the jaws*, Buch-und Zeitschriften-Verlag, Berlin.
- HASSFELD S., FIEBACH J., WIDMANN S., HEILAND S., MUHLING J. (2001 May). Magnetic resonance tomography for planning dental implantation *Mund Kiefer Gesichtschir.*;5(3):186-92.
- HINSHAW WS. (1976). Image formation by nuclear magnetic resonance: the sensitive-point method. *J Appl Phys*; 8: 3709-3721.
- HISATOMI M., ASAUMI J., KONOUCHE H., SHIGEYAMA H., YANAGI Y., KISHI

- K. (Nov 2003).MR imaging of epithelial cysts of the oral and maxillofacial region. Eur J Radiol.;48(2):178-82.
- HISATOMI M., ASAUMI J., KONOUCHI H., YANAGI Y., KISHI K. (2000 Jul). A case of glandular odontogenic cyst associated with ameloblastoma: correlation of diagnostic imaging with histopathological features.Dentomaxillofac Radiol.;29(4):249-53.
- HOROWITZ J., ALMOG Y., WOLF A., BUCKMAN G., GEYER O. (2005 Jun).Ophthalmic complications of dental anesthesia: three new cases. J Neuroophthalmol.; 25(2):95-100.
- HUBALKOVA H., HORA K., SEIDL Z., KRASENSKY J. (2002 Sep). Dental materials and magnetic resonance imaging. Eur. J. Prosthodont. Restor. Dent.;10(3):125-30.
- ILIOARA COROIU, VICTOR CRISTEA. (2005). Proton NMR relaxivity of blood samples in the presence of iron, gadolinium and dysprosium compounds, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 293; 520-525.
- IN DEN KLEEF JJE., CUPPEN JM., RLSQ. (1987). T1,T2, and  $\rho$  calculations, combining ratios and least squares, Magnet Reson Med.5,513-524.
- ISODA H., TAKEHARA Y., MASUI T., SEKI A., TAKAHASHI M., KANEKO M. (1993 Jul- Aug). MRI of postoperative maxillary cysts. J Comput Assist Tomogr.;17(4):572-5.
- ISOKAWA F. KIMURA T., MATSUKI E., OMOTO K., OTSUKA H., KUROKWA I., TOGAMI Y., HIRAKI I., KIMURA M. HARADA; (2005) “ Evaluation of bone marrow iron by magnetic resonance imaging”. 1 :213-219
- JOHN C., WOOD MAYA OTTO-DUESSEL, MICHELLE AGUILAR, HANSPETER NICK, MARVIN D. NELSON, THOMAS D. COATES, HARVEY POLLACK and REX MOATS; (2005). “ Cardiac Iron Determines Cardiac T2\*, T2 and T1 in the Gerbil Model of Iron Cardiomyopathy”, Journal of the American Heart Association, 112; 535-543.
- KAHN JL, BOURJAT P, BARRIERE P. (2003 Sep). Imaging of mandibular malformations and deformities. J Radiol.;84(9):975-81.
- KANG YOUNG S., GORE JOHN C. and ARMITAGE IAN M. (1984). “ Studies of Factors Affecting the Design of NMR Contrast Agents:Manganese in Blood as a Model System”, Magnetic Resonance in Medicine; 1 :396-409.



- KOENIG, S. H. and SCHILLINGER, W. E. (1969). Nuclear magnetic relaxation dispersion in protein solutions. I. Apotransferrin. *J. Biol. Chem.* 244, 3283-3289.
- KOENIG SH, HALLENGA K, SHPORER M., (1975). Protein-water interactions studied by solvent  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ , and  $^{17}\text{O}$  magnetic relaxation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 72: 3283- 3289.
- KOIVULA A., SUOMINEN K., TIMONEN T. and KIVINITTY K. (1982). " The Spin- lattice Relaxation Time in the Blood of Healthy Subjects and Patients with Malignant Blood Disease", *Phys. Med. Biol.*; 27(7): 9937-947.
- KONOUCHI H, ASAUMI J, YANAGI Y, HISATOMI M, KISHI K. (2002 Oct). Adenomatoid odontogenic tumor: correlation of MRI with histopathological findings. *Eur J Radiol.*;44(1):19-23.
- KOUTROUMANIDIS M, PEARCE R, SADOH DR, PANAYIOTOPOULOS CP. (2001 May). Tooth brushing-induced seizures: a case report. *Epilepsia.*;42(5):686-8.
- KRESS B, BUHL Y, ANDERS L, STIPPICH C, PALM F, BAHREN W, SARTOR K.(2004 Jul). Quantitative analysis of MRI signal intensity as a tool for evaluating tooth pulp vitality. *Dentomaxillofac Radiol.*;33(4):241-4.
- KRESS B, GOTTSCHALK A, ANDERS L, STIPPICH C, PALM F, BAHREN W, SARTOR K. (2003 Jan). Topography of the inferior alveolar nerve in relation to cystic processes of the mandible in dental MRI ofo.;175(1):67-9.
- KRESS B, NISSEN S, GOTTSCHALK A, ANDERS L, WENTZLER C, SOLBACH T, PALM F, BAHREN W, SARTOR K.( Jul 2003). High-resolution MR technique allowing visualization of the course of the inferior alveolar nerve along cystic processes. *Eur Radiol.*;13(7):1612-4. Epub 2003 Feb 11.
- KURABAYASHI T. (2003 Dec). Usefulness of CT and MR imaging in the diagnosis of soft tissue mass lesions of the oral region. *Kokubyo Gakkai Zasshi.*;70(4):218-23.
- L. J. ANDERSON, S. HOLDEN, B. DAVIS, E. PRESCOTT, C. C. CHARRIER, N. H. BUNCE, D. N. FIRMIN, B. WONKE, J. PORTER, J. M. WALKER and D. J. PENNELL; (2001). " Cardiovascular T2-star(T2\*) magnetic resonance for the early diagnosis of myocardial iron overload", *European Heart Journal* 22, 2171-2179.
- LANGLAIS RP, VAN RENSBURG LJ, GUIDRY J, MOORE WS, MILES DA, NORTJE CJ. (2000). 'Magnetic resonance imaging in dentistry'. *Dent Clin North Am.*;44(2):411-26.
- LAUTERBUR PC, KRAMER DM, HOUSE WV, CHEN C-N. (1975). Zeug-

- matographic high resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy. Images of chemical inhomogeneity within microscopic objects. *J Amer Chem Soc*; 97: 6866-6868.
- LISSAC M, COUDERT JL, BRIGUET A, DELMAU J, DARMONY A. (1987). Magnetic resonance imaging and fixed dentures . Preliminary results. *J Biomater Dent.*; 3(1):8, 29-32.
- MANSFIELD P. Multi-planar image formation using NMR spin echoes. *J Phys C: Solid State Phys* 1977; 10: L55-58.
- MANSFIELD P and MORRIS P.G. (1982). Water in biological systems. In *NMR Imaging in Biomedicine*; Waugh, J.S., Ed; Academic Pres : New York,; 10-32.
- MARIA ENGSTROM, ANNA KLASSON, HENRIK PEDERSEN, CECILIA VAHLBERG, PER-OLOV KALL, KAJSA UVDAL; (2006). “High proton relaxivity for gadolinium oxide nanoparticles” , *Magn. Reson. Mater. Phy* 19: 180-186.
- MARZOLA P and CANNISTRARO S. (1986). “Influence of Paramagnetic Ions Bound to Human Serum Albumin on Water HNMR Relaxation Times”, *Physiological Chemistry and Physics and Medical NMR*;18:263-273.
- MATSUURA S, TAHARA T, RO T, MASUMI T, KASUYA H, YOKOTA T. (1999 Sep). Aneurysmal bone cyst of the coronoid process of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol.*;28(5):324-6.
- MAVROGENI S. I., MARIS T., GOULIAMOS A., VLAHOS L., KREMASTINOS D. T.1998). “ Myocardial iron deposition in  $\beta$ - Thalassemia studied by magnetic resonance imaging”, *The International Journal of Cardiac Imaging*, Vol 14, No 2,117-122.
- MC LACHLAN L. A. (1980). “ Cancer Induced Decreases in Human Plasma Proton NMR Relaxation Rates”, *Phys. Med. Biol.*; 25(2): 309-315.
- MINAMI M, KANEDA T, OZAWA K, YAMAMOTO H, ITAI Y, OZAWA M, YOSHIKAWA K, SASAKI Y. (1996 Apr). Cystic lesions of the maxillomandibular region: MR imaging distinction of odontogenic keratocysts and ameloblastomas from other cysts. *AJR Am J Roentgenol.*;166(4):943-9.
- MINOWA K, INOUE N, SAWAMURA T, MATSUDA A, TOTSUKA Y, NAKAMURA M. (2003 Jan). Evaluation of static bone cavities with CT and MRI. *Dentomaxillofac Radiol.*;32(1):2-7.
- MLOSEK K, KRYSZT L, PIĞKARCZYK J, JEDLINSKI A. (1987). Technics and

- methods of radiological examination and progress in the surgical treatment of dental loss by implants and transplants, *Pol Przegl Radiol.*;51(2-3):152-156.
- MONTAGNANI G, MANFREDINI D, TOGNINI F, ZAMPA V, BOSCO M. (2005 Jul-Aug). Magnetic resonance of the temporomandibular joint: experience at an Italian university center. *Minerva Stomatol.*;54(7-8):429-440.
- OKANO Y, YAMASHIRO M, KANEDA T, KASAI K. (2003 Feb). Magnetic resonance imaging diagnosis of the temporomandibular joint in patients with orthodontic appliances. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*;95(2):255-63.
- OLSZEWSKI K. J. and BARANOWSKA H. M. (1993). " Nuclear Relaxation in Serum Protein Mixtures and Serum Samples", *Physiol. Chem. Phys. & Med. NMR*;25: 83-87.
- OLT S, JAKOB PM. (2004 Jul). Contrast-enhanced dental MRI for visualization of the teeth and jaw. *Magn Reson Med.*;52(1):174-6.
- PALACIOS E, SEROU M, RESTREPO S, ROJAS R. (Jan 2004). Odontogenic keratocysts in nevoid basal cell carcinoma (Gorlin's) syndrome: CT and MRI evaluation. *Ear Nose Throat J.*;83(1):40-2.
- PORTO VC, SALVADOR MC, CONTI PC, ROTTA RR. (2004 Jan). Evaluation of disc position in edentulous patients with complete dentures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*;97(1):116-21.
- PURCELL EM, TORREY HC, POUND RV. (1946). Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. *Phys Rev*; 69: 37-38.
- RAEYMAEKERS HH, BORGHYS D, EISENDRATH H. (1988). Determinants of water proton T<sub>1</sub> in Blood serum, *Mag Reson Medicine*; 6, : 212-216.
- RAPIDIS AD, ANDRESSAKIS DD, STAVRIANOS SD, FARATZIS G, ARNOGIANNAKI-LIAPPI N, LAGOIANNIS GA, VALSAMIS SV, APOSTOLIKAS N. (2004 Nov). Ameloblastomas of the jaws: clinico-pathological review of 11 patients. *Eur J Surg Oncol.*;30(9):998-1002.
- RYPENS F, LOURYAN S, BALERIAUX D, STRUYVEN J. (1999). The contribution of imaging in dentistry and oral medicine. *Rev Belge Med Dent.*;54(3):188.
- SALVOLINI E, DE FLORIO L, REGNICOLO L, SALVOLINI U. (2002 May-Jun). Magnetic Resonance applications in dental implantology: technical notes and preliminary results. *Radiol Med (Torino).*;103(5-6):526-9.
- SCHUHMACHER JH., CONRAD D, MANKE HG., CLORIUS JH., MATYS ER.,

- HAUSER H, ZUNA I, WOLFGANG M-B and HULL WE. (1990). Investigations Concerning the Potential for Using <sup>1</sup>H NMR Relaxometry or High-Resolution Spectroscopy of Plasma as a Screening Test for Malignant Lung Disease, *Magnetic Resonance in Medicine*;13, 103-132.
- SEYFİOĞLU POLAT Z., ALTUN S., (2004). Temporomandibuler eklem görüntüleme yöntemleri. *Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi.*, (6-2) 17-25
- SHAFIEI F, HONDA E, TAKAHASHI H, SASAKI T. (2003 Aug). Artifacts from dental casting alloys in magnetic resonance imaging. *J Dent Res.*;82(8):602-6.
- SIEGELMEN ES., MITCHELL DG., RUBIN R., HANN HIE-WON L., KAPLAN KR., STEINER RB., RAO VM.; SCHUSTER SJ., BURK L D. JR., RIFKIN MD. (1991).“ Parenchymal Versus Reticuloendothelial Iron Overload in the Liver:Distinction with MR Imaging”, *Radiology*; 179: 361-166.
- SKALERIC U, DOLINSEK J, STEPISNIK J, CEVC P, SCHARA M. (1987 Oct). NMR imaging in dentistry: relaxation and diffusion studies. *Adv Dent Res.*;1(1):85-7.
- TAGUCHI A, SUEI Y, OGAWA I, NAITO K, NAGASAKI T, Lee K, FUJITA M, TANIMOTO K. (2005 Mar). Metastatic retinoblastoma of the maxilla and mandible. *Dentomaxillofac Radiol.*;34(2):126-31.
- TAMURA T, KANAYAMA T, YOSHIDA S, KAWASAKI T. (2003 Jun). Functional magnetic resonance imaging of human jaw movements. *J Oral Rehabil.*;30(6):614-22.
- TANAKA E, RODRIGO DP, TANAKA M, KAWAGUCHI A, SHIBAZAKI T, TANNE K. (2001 Oct). Stress analysis in the TMJ during jaw opening by use of a three-dimensional finite element model based on magnetic resonance images. *Int J Oral Maxillofac Surg.*;30(5):421-30.
- TIMMER FA, SLUZEWSKI M, TRESKES M, VAN ROOIJ WJ, TEEPEN JL, WIJNALDA D. (1998 Jun-Jul). Chemical analysis of an epidermoid cyst with unusual CT and MR characteristics. *AJNR Am J Neuroradiol.*;19(6):1111-2.
- TUTTON LM, and GODDARD PR. (2002). MRI of the teeth , *British Journal of Radiology* 75 , 552-562.
- TÜRKER M, YÜCETAŞ Ş, (1999). Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi, Atlas Kitapçılık Tic. Ltd. Şti., 2. Baskı, 11. Bölüm (296-298)
- T. Q. LI, A. M. AISEN, T. HINDMARSH; (2004). “ Assessment of Hepatic Iron Content Using Magnetic Resonance Imaging” , *Acta Radiologica* , Vol. 45, No.2, 119-129.

- VALENTINI V, AGRILLO A, BATTISTI A, GENNARO P, CALABRESE L, IANNETTI G. (2005 Jul). Surgical planning in reconstruction of mandibular defect with fibula free flap: 15 patients, *J Craniofac Surg.*;16(4):601-7.
- VYMAZAL J, RIGHINI A, BROOKS RA., CANESI M, MARIANI C, LEONARDI M, PEZZOLI G. (1999). “ T1 and T2 in the Brain of Healthy Subjects, Patients with Parkinson Disease and Patients with Multiple System Atrophy: Relation to Iron Content”, *Radiology*; 211: 489-495.
- WAKOH M, HARADA T, INOUE T. (2002 Dec). Follicular/desmoplastic hybrid ameloblastoma with radiographic features of concomitant fibro-osseous and solitary cystic lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*;94(6):774-80.
- WAKOH M, HARADA T, YAMAMOTO K, HASHIMOTO S, NOMA H, KANEKO Y. (2003 Jan). Three-dimensional volumetric visualization of arteriovenous malformation of the maxilla. *Dentomaxillofac Radiol.*;32(1):63-6.
- WEGLARZ WP, TANASIEWICZ M, KUPKA T, SKORKA T, SULEK Z, JASINSKI A. (2004 Jan). 3D MR imaging of dental cavities-an in vitro study. *Solid State Nucl Magn Reson.*; 25(1-3):84-7.
- WEINREB JC., BRATEMAN L and MARAVILLA KR. (1984). “ Magnetic Resonance Imaging of Hepatic Lymphoma”, *AJR* ; 143: 1211-1214.
- WILLIAM G. SHAFER, MAYNARD K. HINE, BARNET M. LEVY, CHARLES E. TOMICH. (1983). *A Textbook of Oral Pathology (Fourth Edition)*, W.B. Saunders Company, Philadelphia/ London/ Toronto, Sayfa:258-259; 541-544.

## **Özgeçmiş**

1995 yılında lisans eğitimimi yapmak için girdiğim Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden 2001 yılında mezun oldum ve Eylül 2002'de Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız-Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. 2005 yılı aralık ayında, doktora öğrencisi olarak eğitimime devam ettiğim anabilim dalıma araştırma görevlisi olarak atandım. Halen aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

