

## Yenidoğan işitme taraması: başlangıçtan günümüze

G. Aydan Genç<sup>1</sup>, B. Berrin Ertürk<sup>2</sup>, Erol Belgin<sup>3</sup>

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi <sup>1</sup>Odyoloji Öğretim Görevlisi, <sup>3</sup>Odyoloji Profesörü, T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı <sup>2</sup>Odyoloji Uzmanı

**SUMMARY:** Genç GA, Ertürk BB, Belgin E. (Department of Odiology, Hacettepe University Faculty of Medicine, Ankara, Turkey). Newborn hearing screening: from the beginning till right now. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005; 48: 109-118.

Congenital bilateral hearing loss is seen in 1-6 of every 1000 infants, establishing it as the most of commonly occurring birth defect. Normal hearing in early infancy is essential for speech, language, and social and emotional development of human beings. The usual age at diagnosis of hearing loss is at least 18-30 months (or even later in cases of less severe hearing loss) when there are no screening programs in use. This affects the development of language and speech of the child and later success in school performance. Therefore, to ensure a child's optimal care and development, hearing screening should be done. There was a long-standing belief that it was essential to do a newborn hearing screening only for those infants at risk of hearing loss. Today however, in Turkey and throughout the world, audiologists and other professionals recommend the screening for all newborns, with or without risk. The newborn hearing screening program is common now in Turkey as well and efforts are underway to make its practice more widespread.

*Key words:* newborn, hearing loss, hearing screening.

**ÖZET:** İşitme kaybı konjenital anomaliler arasında sıklıkla görülmektedir. Yenidoğanlarda 1:1000 ile 6:1000 oranında işitme kaybı olduğu kabul edilir. Erken dönemde sahip olunan normal işitme bireyin konuşma, lisan, sosyal ve emosyonel gelişimi için önemlidir. Tarama programları olmadan işitme kaybının tanı yaşı 18-30 ay civarında olmaktadır. İşitme kaybının hafif ya da orta derecede olduğu durumlarda tanı yaşı daha da büyür. Bu durum, çocuğun konuşma ve lisan gelişimine ve daha ileriki dönemde okul başarısına etki eder. Tüm bunlar dikkate alındığında işitme kaybı ile doğan bir bebeğin yaşamı boyunca sahip olduğu en büyük şansın yenidoğan işitme taraması olduğu söylenebilir. İlk başlarda sadece riskli bebeklerin işitme taramasının yapılması görüşü etkiliyken artık tüm dünyada ve Türkiye’de tüm yenidoğanların işitme taramasının yapılması uzmanlar tarafından kabul görmektedir. Dünyadaki gelişime paralel olarak Türkiye’de de yenidoğan işitme taramasının temelleri atılmış ve tüm ülke çapında hızla yaygınlaştırılmasına çalışılmaktadır.

*Anahtar kelimeler:* yenidoğan, işitme kaybı, işitme taraması.

Bebeklerin konuşma ve lisan gelişimi, yaşamın ilk yıllarında özellikle ilk aylarda oldukça hızlı gelişir. Altı aylık bebek, konuşma sesine çevresindeki diğer seslere göre daha fazla ilgi gösterir. Bebek 18 aylık olduğunda ise artık basit cümleler oluşturabilir<sup>1,2</sup>. Erken bebeklik döneminde bebeğin normal işitmeye sahip olması, konuşma ve lisan gelişiminin yanı sıra sosyal, duygusal ve zihinsel gelişimi açısından da son derece önem taşır<sup>3-6</sup>. Bu nedenle

konjenital anomaliler arasında sık görülen işitme kaybının erken dönemde fark edilememesi, işitme engelli çocuğun konuşma ve lisan becerisinde gerilik, akademik performansında zayıflık, kişisel ve sosyal uyumsuzluk, duygusal sıkıntılar gibi insanı yaşam boyu etkileyen engellilik durumuna yol açar<sup>4-6</sup>. İşitme cihazı ile amplifikasyon uygulanmayan 35-40 dB’lik orta derecede bir işitme kaybına sahip olmak bile çocuğun günlük

konuşmaların %50'sini kaçırmaya neden olur. İleri ve çok ileri dereceli işitme kaybına sahip olmak ise iletişim becerisini daha ciddi boyutlarda engeller<sup>5,7</sup>.

İşitme kaybı; bireyin sahip olduğu işitme duyarlılığının onun gelişim, uyum ve özellikle de iletişim becerilerini kazanmasına engel olma durumu olarak tanımlanabilir<sup>8</sup>. Çok hafif dereceden çok ileri dereceye kadar farklı düzeylerde olabilen işitme kaybı duyuşsal yoksunluk ile birlikte, öğrenme problemine dönüşen iletişim becerisinin bozulmasına da neden olur<sup>9-12</sup>.

Genellikle yenidoğanlarda 1:1000 ile 6:1000 oranında işitme kaybı olduğu kabul edilir<sup>13,16</sup>. Sağlıklı yenidoğanların 1:1000 ile 3:1000'ünde, yoğun bakım ünitesinde tedavi gören bebeklerin %2 ile %4'ünde her iki kulakta belirgin işitme kaybına rastlanır<sup>14-16</sup>. Konjenital işitme kayıpları insidansı ülkelere göre farklılık gösterir. Bu değerler, Amerika Birleşik Devletleri'nde 1:1500, İsveç'te 1:2000, İsrail'de 1:800 civarındadır<sup>8</sup>. Türkiye'de yenidoğan işitme kaybı sıklığı hakkında kesin bir veri olmasa da Belgin ve arkadaşları<sup>17</sup>, yaptıkları çalışmada, sağlıklı yenidoğanlarda 1:1000 ile 2:1000 oranında ileri derecede işitme kaybı saptadıklarını bildirirler.

Bebeklik döneminde objektif test yöntemleri ile işitme kaybının erken tespit edilmesini sağlayacak teknolojilerin gelişmesi, konjenital işitme kayıplarını yaşamın ilk günlerinde/ aylarında belirlenmesi olanağını doğurmuştur. Erken dönemde tanısı konup işitme cihazı ile amplifikasyon uygulanan ve özel işitsel eğitim verilen bebekler tüm gelişim alanlarında ve akademik başarıda yaşlıtlarına yakın performans gösterirler<sup>10</sup>. İşitme cihazı kullanması gereken bebeklere altı aylıkken cihaz uygulandığında lisan ve konuşma gelişimleri, daha geç yaşta cihaz kullanmaya başlayan bebeklere göre daha iyi gelişir<sup>18</sup>. Erken tanı ve erken işitme cihazının kullanılması ile işitme engelli çocukların lisan gelişimlerinin ve buna bağlı olarak akademik başarılarının artması konusundaki görüşler, evrensel boyutta işitme taraması yöntemlerinin oluşturulmasını sağlamıştır. Evrensel yenidoğan işitme taramalarında hastanelerde doğan her bebeğe taburcu olmadan önce işitme testi uygulanması, testi geçemeyen bebeklerin ise üç ay içinde odyolojik değerlendirmelerinin tamamlanması, işitme kaybı saptanan bebeklere altı aylık olmadan önce cihaz ve eğitim için

gerekli girişimlerde bulunulması, işitme testinden geçen ama işitme kaybı riski taşıyan bebeklerin izlemlerinin sürdürülmesi benimsenmektedir<sup>19,20</sup>.

Genel anlamda tarama, hedeflenmiş bir popülasyonda belli bir bozukluğun semptom vermeden önce tespit edilmesi amacıyla yapılır. Taramada amaç, hasta olanı olmayandan ayırmak ve erken tedavisini sağlamaktır. Tarama testleri, hastalıkların belirti ve bulgu vermeden belirlenmesini sağlar. Bu sebeple tarama programlarının yenidoğan döneminde uygulanması oldukça önem taşır. Bir bozukluğun veya hastalığın taranması için hastalığın ve tarama testinin bazı kriterlere uygun olması gerekir. Tarama programları için kabul edilen bazı kriterler vardır. Yenidoğan işitme taraması için altı genel kriter ve bunların işitme taramasına uygulanmasının özeti Tablo I'deki gibidir<sup>21</sup>.

Yenidoğan işitme taramalarının ilk yıllarında, işitme taramalarının sadece risk taşıyan bebeklere uygulanması şeklindeki görüşler ağırlıktaydı. Bu görüşten yola çıkarak başlangıçta işitme kaybı açısından risk faktörlerine sahip bebeklerin işitme taramaları yapılmıştır. İşitme kaybı için belirlenen risk faktörleri Tablo II'de görülmektedir<sup>22</sup>.

Riskli gruplara yönelik işitme taramaları, işitme kayıplı bebeklerin tümünün erken tanısını sağlamaz. Chu ve arkadaşları<sup>23</sup>, birçok doğuştan işitme kayıplı yenidoğanın herhangi bir risk faktörüne sahip olmadığını, bu nedenle de sadece riskli yenidoğanlara işitme taraması uygulanması durumunda doğuştan işitme kayıplı bebeklerin %50'sinin tespit edilemeyeceğini vurgularlar.

### Yenidoğan işitme taramasının tarihçesi

Yenidoğan ve bebeklerin işitme taranmalarının başlangıcının yaklaşık 40 yıl öncesine, 1964 yılında Marion Downs'ın çabalarına dayandığı görülür. Başlangıçtan itibaren, bebeklerin işitme taraması için en uygun, etkili ve ucuz tarama yönteminin bulunmasının ve işitme engelinin tanı yaşının düşürülmesinin hedeflendiği görülür<sup>21</sup>.

İşitme taramaları ile ilgili ilk girişimler toplumu bilinçlendirme kampanyaları ile başlamıştır. İşitme kaybı olan bebeklerin öncelikle aileleri ve/veya yakın çevresi tarafından fark edileceği düşüncesiyle, bilinçlendirme kampanyaları ile

**Tablo I.** Yenidoğan işitme taraması için altı genel kriter ve bunların işitme taramasına uygulanması

	Genel kriter	İşitme taramasına uygulanması
Önem	Taramaya izin vermek için bir bozukluk ciddi olmalı	İşitme bozukluğu, kayda değer ve uzun süreli konuşma ve dil eksikliklerine neden olabilir
Yaygınlık	Bozukluk eğer yeterince yaygınsa tarama etkindir	İşitme bozukluğu, risk altındaki bebeklerin yaklaşık %4-5'inde bulunur
Tanı	Bozukluğa, klinik olarak belirlenmiş bulgu ve semptomlar temelinde teşhis edilebilir.	Yenidoğanlarda otoolojik patoloji ve işitsel defisitlerin semptomatik bulguları iyi tanımlanmıştır ve klinik olarak değerlendirilebilir
Tedavi	Bozukluğun tedavisi için etkin terapiler ulaşılabilir olmalı	İşitsel bozukluğun tıbbi, cerrahi ve odyolojik tedavisi pek çok tıp ve eğitim kurumunda yapılabilir.
Tedaviye yanıt verme	Bozukluk, uygun tedaviye yanıt verir ve böylece bebek üzerindeki etkileri azalır veya ortadan kalkar	Bazı otoolojik patolojiler tıbbi veya cerrahi tedavilerle tedavi edilir; amplifikasyon ve eğitim, iletişim becerilerinin gelişime katkı sağlar.
Erken saptamanın avantajları	Yenidoğanda bir bozukluk için tarama, eğer erken müdahalenin bir avantajı varsa gereklidir	Konuşma ve dil eksiklikleri hayatın ilk aylarındaki işitme bozukluğuyla bağlantılıdır; saptama ve müdahalede gecikme genellikle geri dönüşü olmayan iletişim potansiyelinin kaybına yol açar

**Tablo II.** İşitme kaybı için belirlenen risk faktörleri

Ailede kalıtsal işitme kaybı öyküsü
Prenatal enfeksiyon
Kraniyofasiyal anomali
1500 gr'dan düşük doğum ağırlığı
Kan transfüzyonu yapılmasını gerektirecek kadar yüksek serum bilirubin düzeyi
Bakteriyel menenjit
Üç günden fazla ototoksik ilaç kullanımı
Beşinci dakika Apgar skorunun dördün altında olması
On günden uzun süren mekanik ventilasyon
Sensörinöral işitme kaybı ile beraber görülen sendromlar

İşitme engeline dikkat çekilmesi amaçlanmıştır. O dönemlerde bu amaçla, toplumu bilgilendirici kampanyalar düzenlenmiş, ancak, yapılan bu yaygın kampanyalara rağmen Amerika Birleşik Devletleri'nde 24 ay-30 ay civarında olan tanı yaşının düşmediği görülmüştür<sup>13</sup>.

Daha sonraki dönemlerde ise, işitme kaybı açısından yüksek riskli bebeklerin soru formu ile tespit edilmesine çalışılmıştır. Ancak bu uygulamalarda da, bu yolla işitme engelli çocukların ancak %50'sinin saptanabildiği görülmüştür. Böylece tüm bebeklerin ve

çocukların işitmelerinin objektif yöntemlerle periodik aralıklarla test edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır<sup>24</sup>.

Daha sonraki dönemlerde, işitme kaybının saptanması için bebeklerde davranış testlerinin kullanılmaya başlandığı görülür. Davranış yöntemiyle işitme taramasının en basit yolu aile gözlemleridir. İşitme engelli çocukların yaklaşık olarak %60'ı aileleri tarafından fark edilmektedir. Bu dönemde kullanılan davranış tekniği, bebeğin verilen sese otomatik olarak sıçraması, boynunu oynatması, kalp atımında ve solunumunda değişimler meydana gelmesini ve/veya sakinleşmesi gibi davranışsal cevaplarını içerir. Bebeğin bu cevapları, gözlemlerle veya bu davranışlarını cihaz aracılığı ile kayıt etme yoluyla saptanır. Gözlem yöntemini sistematik olarak uygulamak mümkün değildir. Bu nedenle, otomatik bilgisayarlı yöntemlerin arayışına girilmiştir. Bu amaçla işitsel cevap beşikleri geliştirilmiştir. Bu yöntemde beşiklere bebeğin baş hareketini, kalp atımını, solunum sayısını kaydeden alıcılar yerleştirilir ve kulaklıklarla 85 dB HL şiddetinde sesli uyarın verilir. Yapılan değerlendirmelerde hem sesli uyarının verilmesi sırasında hem de uyarın olmadan bu alıcılardan elde edilen davranışsal

cevaplar dikkate alınır. Bu cevaplara çeşitli aralıklarla kayıt yapılarak ulaşılır. İşitsel cevap beşikleri, işitsel yolun bütününe değerlendirir, girişim gerektirmez ve uygulaması kolay bir yöntemdir. Bu yöntemde test süresi birkaç dakika sürmesine rağmen bebeği hazırlamak ve yerleştirmek zaman alır. Ancak yüksek şiddette uyaran kullanılması sebebiyle hafif derecedeki işitme kayıpları tespit edilememektedir. Zamanında doğmuş yenidoğanlar için uygun bir yöntem olan işitsel cevap beşikleri prematüre doğmuş bebeklerde ve hasta yenidoğanlarda kullanılamamaktadır<sup>25,26</sup>.

Diğer bir otomatik davranış testi ise Crib-ogram'dır. Burada bebeğin beşiğine fotoelektrik bir alıcı yerleştirilir, 3 kHz'de ve 90 dB SPL şiddetinde sesli uyaran verilerek bebeğin hareketleri kaydedilir. İşitsel cevap beşiklerinden daha özellikli olduğu kabul edilir<sup>25,27,28</sup>.

Otomatik tarama cihazları geliştirilmeden önceki dönemlerde sadece işitme kaybı açısından risk taşıyan bebeklere konvansiyonel ABR cihazı ile işitme taraması yapılırdı. Mauk ve Behrens'in<sup>13</sup> bildirdiğine göre, *American Academy of Pediatrics* 1982 yılındaki bildirisinde, riskli bebeklere işitme taramasının yapılmasını önermiştir. Amerika'da 1992-1996 yılları arasında yapılan Colorado Yenidoğan İşitme Taraması Projesi kapsamındaki değerlendirmelerde konjenital işitme kaybı tanısı konan 126 bebeğin %50'sinin (63 bebek) işitme kaybı açısından herhangi bir risk faktörüne sahip olmadığı görülmüştür<sup>29</sup>. Bunun üzerine, *American Academy of Pediatrics* 1999 yılında yayınladığı bildiride tüm yenidoğanlara işitme taraması yapılmasını önermiştir<sup>13,14</sup>.

Yenidoğan işitme taramalarının bundan sonraki tarihsel gelişiminde EOAEs (Evoked Otoacoustic Emissions) kullanımına rastlanır. Otoakustik emisyon test cihazı, 1978 yılında David Kemp<sup>30</sup>, tarafından geliştirilmiştir. Bu cihazla yapılan ölçüm sonucunda 30 dB'in üstündeki işitme kayıplarının objektif olarak belirlenmesi mümkün olmuştur. İşitme taraması alanındaki bu gelişme ile birlikte pek çok ülke yenidoğan işitme taramasına başlamıştır<sup>31</sup>. İlk başlarda EOAEs ile yapılan taramalar da, işitme kaybı açısından risk faktörü olan bebekler için önerilmiştir<sup>32</sup>. 1989'da Amerika Birleşik Devletleri'nde başlatılan Rhode Island İşitme Değerlendirme Projesi (*Rhode Island Hearing Assessment Project-RIHAP*) ile çok sayıda

yenidoğana, TEOAEs (Transient Evoked Otoacoustic Emissions) ve konvansiyonel ABR (Auditory Brainstem Response) teknikleri ayrı ayrı veya birlikte kullanılarak işitme taraması yapılmıştır. RIHAP'nin<sup>33</sup> sonuçları yenidoğan işitme taramalarını desteklemiş ve birçok ülke kendi tarama programını oluşturmuştur.

### Yenidoğan işitme taramasında kullanılan yöntemler

Yenidoğan işitme taramalarında iki yöntem kabul görmektedir. Bunlar, uyarılmış otoakustik emisyonlar (Evoked Otoacoustic Emissions, EOAEs) ve işitsel beyin sapı cevabı (Auditory Brainstem Response, ABR) yöntemleridir<sup>14,15</sup>. İşitme taramalarında ayrı ayrı veya bir arada kullanılabilen her iki yöntemin otomatik modelleri, invazif olmayan, hızlı (beş dakikadan kısa), kolay uygulanabilen ve özel yetişmiş elemana ihtiyaç duyulmayan yöntemlerdir<sup>16,34</sup>.

#### Uyarılmış Otoakustik Emisyon (Evoked Otoacoustic Emissions - EOAEs)

İşitme engeli ile doğan bebeklerin yenidoğan döneminde tespit edilebilmesi için, işitme taramalarının yapılması kabul edilen bir görüşdür<sup>(6)</sup>. Ancak geçmişte pratik, güvenilir ve ucuz objektif bir yöntemin olmaması nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Kemp<sup>30</sup> 1978 yılında dış kulak yolundan uyarılmış otoakustik emisyonun ölçülmesi tekniğini geliştirerek yenidoğan işitme taramalarının önünü açmıştır. Uyarılmış Otoakustik Emisyon tekniği ile yenidoğanlarda işitme taramasının yapılması güvenilir, pratik ve ucuz bir yöntemdir. Bu nedenle birçok ülkede doğum hastanelerinde ve çocuk kliniklerinde Uyarılmış Otoakustik Emisyon ile işitme taraması programı başlatılmıştır<sup>14,31,35</sup>.

Normal işiten yenidoğanların %100'ünde Uyarılmış Otoakustik Emisyon cevabı alınır. Bu sebeple bu teknik özellikle yenidoğan işitme taramaları için güvenilir bir yöntemdir<sup>16,31,35</sup>. Uyarılmış Otoakustik Emisyon kullanılarak yapılan taramalarda fizyolojik refleksler kullanılır. Normal kokleada bulunan frekansa spesifik dış tüy hücreleri, gelen ses uyarısını iletmek için titreşir. Aynı zamanda bir yandan da eko (emisyon) oluşturup gelen sinyali yansıtır. Sağlıklı bir kulakta dış tüy hücrelerinin titreşimleri sesli uyaranla artar ve artan titreşim enerjisi kokleadan orta kulağa doğru taşar. Otoakustik emisyon ile dış kulak yoluna

yerleştirilen duyarlı bir mikrofon ve mikro-komputer aracılığıyla dış kulak yolundan bu emisyon cevabı kaydedilir. İşitme taramasında en çok kullanılan iki Uyarılmış Otoakustik Emisyon formu vardır. Bunlar *Distortion Product Otoacoustic Emissions* (DPOAEs) ve *Transient Evoked Otoacoustic Emissions* (TEOAEs) dir. Her iki yöntem de yenidoğan taramalarında başarıyla kullanılır. Ancak TEOAE ölçümü, DPOAE ölçümüne göre teknik olarak daha basit ve test süresi daha kısadır. Bu sebeple işitme taramalarında TEOAE ölçümü daha çok tercih edilir<sup>16,36</sup>. Kullanılan uyarının niteliğine göre normal işiten bireylerin %98'inde TEOAE cevabı alınır. Ancak 20-40 dB'den fazla işitme kaybı olan bireylerde TEOAE cevabı alınmaz TEOAE ölçümlerinde genellikle uyarın şiddeti olarak 26-36 dB HL kullanılır<sup>31</sup>.

TEOAE ile yapılan yenidoğan işitme taramalarının ilk yıllarında, hastaneden taburcu olmadan önce işitme taraması yapılan ve taramadan geçemeyen bebekler %19-52 gibi çok yüksek orana sahipti. Bu oranın yüksek olması sebebiyle o yıllarda TEOAE yöntemi ile yapılan işitme taramasının etkili olmadığı görüşü savunulurdu<sup>7,16,34,37,38</sup>. Ancak daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda hastaneden taburcu olmadan önce TEOAE yöntemi ile işitme taraması yapılan ve taramadan geçemeyen bebeklerin yüzdesi %3-10 olarak bildirilmiştir. Bu konu ile ilgilenen araştırmacılar, yıllara göre oranlarda görülen bu düşüşte; tarama yapan kişilerin tecrübesindeki artışın ve önceki yıllarda taramaların belli bir popülasyonda yapılmasını etkili olduğunu görüşünde birleşirler<sup>24,34</sup>. Kemp ve arkadaşları<sup>36</sup> göre, doğumdan sonraki üçüncü dördüncü günlerde TEOAE uygulamaları %95 başarılıdır.

TEOAE yöntemi, uygulanması kolay ve test süresi kısa bir yöntemdir. Otomatik TEOAE yönteminde bebeğin test sırasında uyku halinde olması şart değildir, ayrıca elektrod kullanımını gerekmez ve sonuçları değerlendirmek için odyoloji uzmanına ihtiyaç yoktur. Bu nedenlerle otomatik TEOAE yöntemi pek çok yenidoğan işitme taraması projesinde tercih edilir<sup>16,39-41</sup>. TEOAE, her yaşta uygulanabilen kolay ve hızlı bir yöntem olmasına rağmen bazı dezavantajları vardır. Bunlardan en önemlisi dış kulak yolunda debris veya orta kulakta sıvı bulunması durumunda TEOAE cevabının etkilenmesidir. Bu durum yanlış pozitif vaka sayısında %5 kadar artışa neden olur<sup>14</sup>. Sevk edilen bebek

sayısındaki artış, hem zaman kaybına hem de pahalı ileri odyolojik incelemelerin yapılmasına, dolayısıyla maddi kayba yol açar. Bir diğer dezavantaj ise, TEOAE yöntemi ile sekizinci sinir ve işitsel beyin sapı disfonksiyonu saptanamamasıdır. Çünkü EOAE'ların kaynağı dış tüy hücreleridir. Bu nedenle organik olmayan işitme kayıplarında, işitme yolu ve merkezi sinir sisteminden kaynaklanan işitme kayıplarında normal TEOAE cevabı alınabilir<sup>15,31</sup>.

#### *İşitsel Beyin Sapı Cevabı (Auditory Brainstem Response - ABR)*

İşitsel beyin sapı cevabı (ABR), kulağa "tone burst" veya klik tarzında sesli uyarılar verilmesi ve kafatasına yerleştirilen elektrodlarla oluşan cevabın kaydedilmesi ile elde edilir<sup>42</sup>. ABR ölçümünde en iyi işitsel cevap klik uyarın ile elde edilir. Frekans spesifitesi olmayan klik uyarın ile senkronize nöral aktivitenin en iyi şekilde elde edilmesini sağlar. Bu uyarın ile 1000 Hz ve üstü koklear fonksiyon hakkında global bilgi sağlanır<sup>43</sup>.

ABR, son yıllarda yenidoğan işitme taramaları için altın standart olarak kabul edilir<sup>37,44</sup>. ABR ölçümünde, bebeğin başına yerleştirilen elektrodlar aracılığı ile gönderilen ses uyarınına karşı oluşan elektroensefalografik dalgalar kaydedilir. Böylece, işitme sinirinin ve beyin sapı işitme yolunun fonksiyonu ölçülür<sup>27</sup>. Bu ölçümlerde konvansiyonel ve otomatik olmak üzere iki tip ABR kullanılır. Konvansiyonel ABR ölçümlerinin konu ile ilgili uzmanlar tarafından yapılması, elde edilen verilerin yine bu uzmanlar tarafından değerlendirilmesi gerekir ve test süresi uzundur. Bu nedenlerle konvansiyonel ABR yoğun tarama programları için uygun değildir. Otomatik ABR ile yapılan ölçümlerde elde edilen cevap otomatik olarak değerlendirilerek "geçti-pass" veya "şüpheli-refer" şeklinde sonuç elde edilir. Otomatik ABR ölçümünde uzman personele ihtiyaç duyulmaz ve kısa sürede sonuç alınan bir yöntemdir. ABR yöntemi ile yapılan işitme taraması sırasında da bebeğin sakin veya uyku halinde olması gerekir. Bu tarama yöntemi, dış kulak yolunda amniyon sıvısı, debris ve orta kulakta sıvı olması (süt otiti vb.), gibi durumlardan etkilenmez. Bu nedenlerle yenidoğan işitme taraması programlarında sıklıkla kullanılır<sup>27,43,45</sup>.

Günümüzde bebek ve küçük çocukların işitmesini değerlendirmede ABR önemli ve

güvenilir bir klinik yöntem olarak kabul edilir. 1980'li yıllarda yoğun bakım ünitesinde tedavi gören bebeklere ve özellikle işitme kaybı açısından risk taşıyan bebeklere standart ABR ile işitme taraması yapılmaya başlanmıştır<sup>28</sup>.

İşitme taramalarında kullanılan yöntemler, her ne kadar hızlı, ucuz, pratik ve güvenilir bir teknik olsalar da kesin tanı aracı olarak kullanılmaz. Tarama sonuçları, olası işitme kaybı ihtimali için daha ayrıntılı değerlendirilmesi gereken populasyonu küçültür. Tarama testini geçemeyen bebekler ileri testlere yönlendirilerek, varsa işitme kaybı saptanır ve işitme kaybının tipi derecesi belirlenerek ve rehabilitasyon programına alınırlar<sup>5,20</sup>.

### Yenidoğan işitme taraması

Yenidoğan işitme taramalarının başarılı olmasında beş önemli faktörün rol oynar<sup>14</sup>. Bunlar; tarama, izleme ve takip, tanılama, müdahale ve tarama sonuçlarını değerlendirmedir. Tarama programının etkili olabilmesi için;

- Hedeflenen popülasyondaki yenidoğanların en az %95'ine işitme taramasının uygulanması;
- Bunun yanı sıra, tarama yönteminin yanlış negatif oranı sıfır olması yani belirgin işitme kaybı olanları kaçırmaması;
- Taramada kullanılan yöntem ile en azından her iki kulağında belirgin işitme kaybı olanların (buradaki kriter, iyi işiten kulağında 35 dB'den fazla işitme kaybı olmasıdır) tespit edilmesi;
- Tarama sonrası ileri odyolojik tetkik için sevk edilenlerin oranı % 4'ü, yanlış pozitiflerin oranının ise %3'ü geçmemesi gereklidir.

*American Academy of Pediatrics* işitme taramaları için yeni etkin bir yöntem önerilinceye kadar, işitme taramalarında OAE ve ABR yöntemlerinin fizyolojik tarama yöntemleri olarak kullanılmasını önermektedir. Bunun yanı sıra her doğum hastanesinde yenidoğan işitme taraması projesi için bir tıbbi direktör ve yeterli sayıda personel oluşturulmasının önemine de dikkat çeker. *American Academy of Pediatrics*'e göre etkili bir tarama programı için aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir<sup>14</sup>.

- Tarama yöntemi seçilmeli ve bir tarama protokolü oluşturulmalı,
- Tarama protokolü ile ilgili dökümanlar hazırlanmalı,

- Testlerin uygulanması, aile ile iletişim ve enfeksiyon kontrolü konusunda taramadan sorumlu personelin eğitilmeleri sağlanmalı,
- Taramadan sorumlu personelin eğitim ve performans değerlendirmesi sağlanmalı,
- Aileler tarama prosedürü, işitme kaybının riskleri, erken tanı ve amplifikasyonun yararları konusunda bilgilendirilmeli,
- Tarama sonucu aileye uygun ve duyarlı bir ortamda bildirilmeli, test tekrarı gereken bebeklerin takibi düzenli olarak yapılmalı.

*American Academy of Pediatrics*<sup>(14)</sup>, yenidoğan işitme taramasından kalanların en az %95'inin ileri odyolojik değerlendirmesinin yapılması durumunda tarama programını verimli saymaktadır. Başarılı bir ulusal işitme taraması programı için, ülke genelinde uygulanan işitme taraması programları için merkezi izleme sistemi oluşturulmalı; doğan bebek sayısı, işitme taraması yapılanların oranı, sevk edilenlerle takip edilenlerin oranı, yanlış pozitif ve negatiflik oranları ile ilgili veriler sağlanmalıdır. Ayrıca aile, çocuk doktoru, odyolog ve konuşma terapisti arasında iletişim kurulabilen bir mekanizma oluşturulması da izleme ve takip açısından son derece önem taşır<sup>14</sup>.

Tanı ve müdahale açısından bakıldığında, evrensel işitme taramaları doğuştan belirgin işitme kaybı olan bebeklerin %100'ünün üç aylık iken tanınması, en geç altı aylık iken uygun amplifikasyon ile özel eğitim verilmesini amaçlar. İşitme engelli bebeklerin tecrübeli ve donanımlı merkezlere ulaşmasını sağlamak için bölgesel düzenlemeler yapılması ve bebeklerin tanılarını koyup, tedavilerini yapacak uzman sayısının artırılması da Akademi tarafından bildirilmiştir. Tarama sonuçlarının değerlendirilmesi, izleme ve takipler için ulusal izleme sistemleri oluşturulması da *American Academy of Pediatrics* tarafından işitme taramaları konusunda önemle üzerinde durulan bir konudur<sup>14</sup>.

Yenidoğan işitme taramalarının etkinliğini arttırabilmek için düzenlenecek olan program ve protokollerde pek çok faktörün dikkate alınması gerekir. Bu faktörlerden bir tanesi tarama sonrasında elde edilen yalancı pozitif sonuçların azaltılmasıdır. Yalancı pozitif vakalara her tarama programında rastlanabilir. Yenidoğan işitme taramaları için %4 kabul edilebilir yalancı pozitiflik oranıdır. Yalancı pozitif sonuçlara neden olan bir çok faktör vardır. Bu faktörleri şu şekilde sınıflandırılabilir<sup>14</sup>.

- Dış kulak yolunda teste mani olabilecek faktörler (amniyon sıvısı, doğum kalıntıları gibi) ve orta kulakta sıvı bulunması.
- Gürültülü test ortamı.
- Tarama personelinin kaynaklanan hatalar.

Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan çok merkezli bir çalışmada<sup>24</sup>, farklı tarama protokolleri uygulayan hastanelerdeki yalancı pozitiflik oranlarının karşılaştırması yapılmıştır. Bu çalışmada sadece Uyarılmış Otoakustik Emisyon ile tarama yapan merkezlerin çoğunda yalancı pozitiflik oranı %8 bulunurken, iki yöntemi de (EOAEs ve otomatik ABR) kullanan merkezlerde bu oranın %2.5'e düştüğü bildirilir. Yenidoğan işitme taramalarının başarısı için testlerin duyarlılıklarından ödün vermeden yalancı pozitiflik oranını düşürmek gerekir. İşitme taramasından geçemeyen ancak ileri odyolojik incelemelerde işitme fonksiyonları normal bulunan (yalancı pozitif) bebeklerin aileleri gereksiz bir stresle karşılaşır. Bu ailelerin yaşadığı stres, ileri odyolojik incelemeler için harcanan zaman ve para, işitme taramalarının eleştirilmesine de neden olur.

Yenidoğan işitme taramaları için protokol oluşturulurken; yöntem (otomatik, konvansiyonel), harcamalar (ekipman, zaman, eğitim), hedef kitle, uygun test ortamı, ulaşılabilirlik ve tarama personelinin deneyimi gibi birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerekir. Bunlara ek olarak, bir veya daha fazla yöntemle dayalı tarama protokollerinin faydaları da değerlendirilerek en uygun protokol saptanır<sup>46</sup>.

Yenidoğan işitme taramalarının başarısının en önemli göstergelerinden biri de, tarama sonrası izlem programının ne kadar iyi planlandığıdır. İşitme taramasından geçemeyen bebekler için ileri incelemelerinin yapılabileceği, kolay ulaşılabilir ve etkin servis hizmeti veren odyolojik tanı merkezlerinin olması gerekir. Taramadan geçemeyen ve ileri incelemeler gereken bebek sayısının yüksek olması, odyolojik tanı merkezlerinde aşırı bir yüklenmeye yol açabilir. Bu problemin çözülmesinde rol oynayacak etkenlerin başında da yanlış pozitif sonuçların oranını azaltmaya yönelik uygun işitme taraması protokollerinin oluşturulması gelir<sup>14,15</sup>.

Yenidoğan döneminde fark edilmeyen işitme kaybı genellikle otuzuncu aya kadar tanılanamaz. Bu süre, hafif ve orta derecedeki işitme

kayıplarında ise süre daha da uzayabilir<sup>13,27,47</sup>. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde, yenidoğan işitme taraması programı uygulanmadan önceki dönemlerde iyi işiten kulağında 50 dB HL'den fazla olmak üzere her iki kulağında kalıcı işitme kaybı olan çocukların %50'sinin üç yaşına kadar fark edilmediği bildirilmiştir<sup>41</sup>. Türkiye'de işitme taramaların başlamadan önceki dönemde Belgin ve arkadaşları<sup>8</sup>, 1970-1990 yılları arasında 4521 ileri derecede sensörinöral tip işitme kayıplı çocukta işitme kaybının fark edilme yaşı ve tanı yaşını araştırmışlardır. Bu çalışma verilerine göre, ailenin çocuğunda işitme kaybını fark etme yaşı 1970 yılında 2.8 yaş iken, 1990 yılında bu rakam 1.7 yaşa düşmüştür. İşitme kaybının tanı yaşı 1970'de 4.7 yaş iken, 1990'da 3.4 yaşa düşmüştür.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada yenidoğan işitme taraması yapılmamış hafif veya orta derecede işitme kayıplı bebeklere ortalama 25 aylık iken tanı konduğu ve bu bebeklerin 30 aylık iken işitme cihazı kullanmaya başladıkları belirlenmiştir<sup>48</sup>. Yine aynı çalışmada, ileri derecede işitme kayıplı bebeklere ise ortalama 15 aylık iken tanı konduğu ve bir ay içinde cihaz uygulandığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, yenidoğan işitme taraması ile belirlenen hafif ve orta derecede kaybı olan bebeklere ortalama dört aylık iken kesin tanı konup altı aylık iken cihaz uygulandığını, ileri derecede işitme kayıplı bebeklere ise ortalama üç aylık iken tanı konulup, dört aylık iken cihaz uygulandığını vurgulamışlardır<sup>48</sup>.

İşitme engelli bebeklerin erken dönemde, tercihen üç aylık olmadan önce tanı konması ve bebek altı aylık olmadan işitme cihazı uygulanması *American Academy of Pediatrics* tarafından bir bildiri ile desteklenmiştir<sup>14</sup>. Yenidoğan işitme taramalarının evrensel boyutta yaygınlaştırılması, her bebeğin işitmesinin kabul edilmiş objektif test yöntemleriyle test edilmesi, her ülkenin kendi koşullarına göre bir tarama protokolü oluşturması ve yenidoğan işitme taramalarının öncelikle doğum hastanelerinde başlatılması pek çok araştırmacı tarafından önerilmektedir<sup>19,21,34</sup>.

Yenidoğan işitme taramasının öneminin farkına varılmasının desteklenmesi, tarama programlarının başarısı için hayati önemdedir. Yenidoğan işitme taramalarının başarıya ulaşması ekip çalışması ile mümkündür. Odyologların yanı sıra

pediatrist, neonatoloji uzmanı, kadın hastalıkları ve doğum uzmanı, aile hekimi, bebek hemşiresi ve hastane yöneticilerinin tarama programlarının akılcılığına ve uzun vadede maddi açıdan kazançlı olduğuna inanmaları gerekir. Tarama programlarının faydası ve önemini desteklemek ve ilgili uzmanlara göstermek için tarama sonuçlarının düzenli olarak rapor edilmesi gerekmektedir. Raporlar, kaç yenidoğanın tarandığı, tanı konulan ve cihaz önerilen çocukların sayısı gibi istatistiksel ayrıntıları içermelidir<sup>20</sup>.

### İşitme kaybının ekonomisi

İşitme kaybının kişi üzerindeki olumsuz psikolojik, emosyonel, sosyal ve bilişsel etkilerinin yanı sıra kişinin kendine, ailesine ve yaşadığı topluma ekonomik bir maliyeti de söz konusudur. Mehl ve Thomson<sup>29</sup>, işitme taramasının maliyetinin her bir bebek için 18 Dolar ile 33 Dolar arasında değiştiğini ortalama olarak da 25 Dolar olduğunu belirtirler. Buna karşılık, Hall ve Mueller'in<sup>21</sup> bildirdiğine göre Downs'un Amerika'da yaptığı çalışmanın sonuçları işitme kaybının maliyetinin önemini gösterir. Bu çalışmanın sonucuna göre; doğumdan yetişkinliğe kadar, işitme engeli ile bağlantılı tahmini maliyet (eğitim, tıbbi/odyolojik giderler, özel yaşam giderleri) yaklaşık olarak 900 000 Dolar'dır, işitme kayıplı olup işaret dili ile iletişim kuranların yıllık kazançları genel nüfusun %30'undan daha azdır. Doğuştan işitme engelli olan çocukların, yetişkinler olarak kazandıkları para işitme kaybı başlangıcı, normal işitmenin 3-6 yıl sonrasında görülenlerden %5 daha azdır. Lise mezunlarında işsizlik oranı, işitme kayıplı olanlarda normal işitenlerden iki kat daha yüksektir. Amerika'da tam ve çok ileri derecede işitme kaybı nedeniyle tahmini yıllık gelir kaybı yaklaşık olarak 2.5 milyar Dolar'dır.

Türkiye'de işitme kaybının maliyetine ilişkin çalışma yoktur. Ancak Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı ve Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı'nın birlikte yürüttüğü ve sonuçlarını yayınladıkları Türkiye Özürlüler Araştırması'na<sup>49</sup> göre 2002 yılı itibarı ile işitme özürü birey sayısı nüfusun %0.37'sini oluşturmaktadır. Her işitme engelli bireyin eğitimi için devlet ayda yaklaşık 200 Dolar ödemektedir. Bunun yanı sıra bireyin işitme cihazı için ödediği para, vergi indirimi, tıbbi ve odyolojik giderleri, bireylerin kazançlarının normal işiten bireylere göre daha az olması,

ülkemizdeki işitme engelli bireylerin sayısı ile beraber düşünüldüğünde ülkemiz için de bir profil oluşturulabilir.

### Türkiye'de yenidoğan işitme taraması

Dünyada pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye'de yenidoğan işitme taramasının yapıldığı hastaneler giderek artmaktadır. Ülkemizde yenidoğan işitme taramaları Hacettepe Üniversitesi ve Marmara Üniversitesi'nin Odyoloji Bilim Dallarının öncülüğü ile başlamıştır. Bu üniversite hastanelerinde doğan bebeklerin işitme taramalarının yapılmasının yanı sıra 2000 yılında Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, Sağlık Bakanlığı ile Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğü arasında imzalanan bir protokol ile Eylül 2000 tarihinde Ankara Zübeyde Hanım Doğumevi'nde doğan çocukların da işitme taramaları yapılmaya başlanmıştır. Bu işbirliği ile işitme taramalarının tüm ülke çapında devlet hastanelerinde yaygınlaştırılmasının temelleri atılmıştır. Daha sonra 2003 yılında yine Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, Sağlık Bakanlığı ile Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğü arasında imzalanan bir başka protokol ile Haziran 2003 tarihinde Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevi'nde doğan çocukların işitme taramalarının da yapılmasına başlanmıştır. Protokoller süresince Ankara Zübeyde Hanım Doğumevinde (Eylül 2000 - Eylül 2001) 5832 yenidoğana, Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevinde ise (Haziran 2003 - Haziran 2004) toplam 12.665 bebeğe işitme taraması yapılmıştır. Bu bebeklerden ileri tetkik için Hacettepe Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Bilim Dalına sevk edilen bebeklerin dağılımları Tablo III'deki gibidir.

Protokolün başlangıcından Nisan 2004 tarihine kadar Ankara Zübeyde Hanım Doğumevi'nde toplam 20.958 bebeğe işitme taraması yapılmış, Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'na sevk edilen bebeklerin ileri incelemelerinin yapılmasına devam edilmektedir. Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Kampanyası ile bu hastaneden sevk edilen bebekler yine protokol kapsamında değerlendirilmeye devam edilecektir. Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevi ile yapılan protokolün sona ermesinden sonra bu hastanede doğan bebekler Ulusal Yenidoğan İşitme taraması Kampanyası dahilinde Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'nda değerlendirilecektir.



**Tablo III.** Ankara'da Zübeyde Hanım Doğumevi ve Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevi'nde doğan bebeklerde yapılan taramalar

<i>Ankara Zübeyde Hanım Doğumevi (Eylül 2000 – Eylül 2001)</i>	
Toplam bebek	5832
Sevk edilen	39
Getirilmeyen	13
Normal işitme	17
Sendromik işitme kaybı	2
Bilateral sensörinöral işitme kaybı	7
<i>Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevi (Haziran 2003-Haziran 2004)</i>	
Toplam bebek	12665
Sevk edilen	108
Getirilmeyen	4
Normal işitme	46
Bilateral sensörinöral işitme kaybı	4
İşitme kaybı ön tanısı ile izlenen	16
Kontrole çağrılan	34
Prematüre	3
Yarık damak	1

Dünya Özürlüler günü dolayısıyla 3 Aralık 2004 tarihinde Ankara'da yapılan toplantıda Gazi, Dokuz Eylül, Hacettepe ve Marmara Üniversitelerinin Rektörlüklerinin de katkıları ile Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı ve Sağlık Bakanlığı arasında imzalanan protokol ile ülke çapında yenidoğan işitme taraması kampanyasının başlatıldığı duyurulmuştur. Söz konusu üniversitelerinin Odyoloji Bilim Dallarının önderliğinde, seçilen pilot devlet hastanelerinde işitme taramalarının başlatılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Amin SB, Orlando MS, Dalzell LE, Merle KS, Guillet R. Morphological changes in serial auditory brain stem responses in 24 to 32 weeks' gestational age infants during the first week of life. *Ear Hear* 1999; 20: 410-418.
- Moore JK, Perazzo LM, Braun A. Time course of axonal myelination in the human brainstem auditory pathway. *Hear Res* 1995; 87: 21-31.
- Hepper PG, Shahidullah BS. Development of fetal hearing. *Arch Dis Child* 1994; 71: 81-87.
- Kuhl PK, Williams KA, Lacerda F, Stevens KN, Lindblom B. Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science* 1992; 255: 606-608.
- Oudesluys-Murphy AM, Van Straaten HL, Bholasingh R, Van Zanten GA. Neonatal hearing screening. *Eur J Pediatr* 1996; 155: 429-435.
- Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998; 102: 1161-1171.
- Stevens JC, Webb HD, Hutchinson J, Connel J, Smith MF, Buffin JT. Click evoked otoacoustic emissions in neonatal screening. *Ear Hear* 1990; 11: 128-133.
- Belgin E. İşitme kayıpları. Akyol U (ed). *Pediyatrik Kulak Burun Boğaz Hastalıkları* (1. baskı). Ankara: Güneş Kitabevi; 2003: 31-34.
- Bilir Ş, Çalışal N, Belgin E, Köni N, Uğurlu M. Konya, Kayseri ve Denizli il merkezlerinde 7-59 ay arasındaki çocuklarda işitme engeli probleminin taranması. *Sağlık Dergisi* 1985; 59: 13-25.
- Markides A. Age at fitting of hearing aids and speech intelligibility. *Br J Audiol* 1986; 20: 165-167.
- Moeller MP. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics* 2000; 106(3): e43.
- Moore JK. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002; 111: 7-10.
- Mauk GW, Behrens TR. Historical, political and technological context associated with identification of hearing loss. *Semin Hear* 1993; 14: 1-17.
- American Academy of Pediatrics. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention. Task force on newborn and infant hearing. *Pediatrics* 1999; 103: 527-530.
- Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 2000; 106: 798-817.
- White KR, Vohr BR, Behrens TR. Universal newborn hearing screening using transient evoked otoacoustic emissions: results of the Rhode Island hearing assessment project. *Semin Hear* 1993; 14: 18-29.
- Belgin E, Başar F, Ertürk B, et al. Newborn hearing screening in Turkey. *International Conference on Newborn Hearing Screening Diagnosis and Intervention, Book of Abstracts, Milan, Italy, 2002*; 50.
- Ramkalawan TW, Davis AC. The effects of hearing loss and age at intervention on some language metrics in young hearing impaired children. *Br J Audiol* 1992; 26: 97-107.
- Paludetti G, Ottaviani F, Fetoni AR, Zuppa AA, Tortorolo G. Transient evoked otoacoustic emissions in newborns: normative data. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 47: 235-241.
- Lin HC, Shu MT, Chang KC, Bruna SM. A universal newborn hearing screening program in Taiwan. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002; 63: 209-218.
- Hall WJ, Mueller HG. Infant hearing screening. In: *Audiologists' Desk Reference*. Vol 1. San Diego: Singular Publishing Inc., 1997: 465-484.
- Joint Committee on Infant Hearing. Position statement (1991). *ASHA (suppl)* 1990; 5: 3-6
- Chu K, Elimian A, Barbera J, Ogburn P, Spitzer A. Antecedents of newborn hearing loss. *Am Coll Obstet Gynecol* 2003; 101: 584-588.

24. Vohr BR, Oh W, Stewart EJ. et.al. Comparison of cost and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *J Pediatr* 2001; 39: 238-244.
25. McCormick B, Curnock DA, Spavins F. Auditory screening of special care neonates using the auditory response cradle. *Arch Dis Child* 1984; 59: 1168-1172.
26. Tucker SM, Bhattacharya J. Screening of hearing impairment in the newborn using the auditory response cradle. *Arch Dis Child* 1992; 67: 911-919.
27. Hall DM, Garner J. Feasibility of screening all neonates for hearing loss. *Arch Dis Child* 1988; 59: 1168-1172.
28. Prager DA, Stone DA, Rose DN. Hearing loss screening in the neonatal intensive care unit: auditory brain stem response versus Crib-O-Gram: a cost effectiveness analysis. *Ear Hear* 1987; 8: 213-216.
29. Mehl AL, Thomson V. Newborn hearing screening: the great omission. *Pediatrics* 1998; 101: 1-6.
30. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from the human auditory system. *J Acoust Soc Am* 1978; 64: 1386-1391.
31. Kemp DT, Ryan S. The use of transient evoked otoacoustic emissions in neonatal hearing screening programs. *Semin Hear* 1993; 14: 30-45.
32. Johnson MJ, Mason AB, White KR, Vohr BR. Operating a hospital-based universal newborn hearing screening program using transient evoked oto-acoustic emissions. *Semin Hear* 1993; 14: 46-56.
33. Vohr B, Carty LM, Moore PE, Letourneau K. The Rhode Island Hearing Assessment Program: experience with statewide hearing screening (1993-1996). *J Pediatr* 1998; 133: 353-357.
34. Prieve BA, Fitzgerald TS. Otoacoustic emissions. In: Katz J (ed). *Handbook of Clinical Audiology* (5<sup>th</sup> ed). New York: Williams & Wilkins: 2002: 440-469.
35. Bonfils P, Uziel A, Pujol R. Screening for auditory dysfunction in infants by evoked oto-acoustic emissions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988; 114: 887-890.
36. Kemp DT, Ryan S, Bray P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1990; 11: 93-105.
37. Jacobson JT, Jacobson CA, Spahr RC. Automated and conventional ABR screening techniques in high-risk infants. *J Am Acad Audiol* 1990; 1: 187-195.
38. Salamy A, Eldredge L, Sweetow A. Transient evoked otoacoustic emissions: feasibility in the nursery. *Ear Hear* 1996; 17: 42-48.
39. Levi H, Adelman C, Geal-Dor M, et al. Transient evoked otoacoustic emissions in newborns in the first 48 hours after birth. *Audiology* 1997; 36: 181-186.
40. Lutman ME, Davis AC, Fortnum HM, Wood S. Field sensitivity of targeted neonatal hearing screening by transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear* 1997; 18: 265-276.
41. Watkin PM, Baldwin M, McEnergy G. Neonatal at risk screening and the identification of deafness. *Arch Dis Child* 1991; 66: 1130-1135.
42. Sininger YS, Cone-Wesson B, Folsom RC, et al. Identification of neonatal hearing impairment: auditory brain stem responses in the perinatal period. *Ear Hear* 2000; 21: 383-399.
43. Özdamar Ö, Delgado RE, Eilers RE, Widen JE. Computer methods for on-line hearing testing with auditory brain stem responses. *Ear Hear* 1990; 11: 417-429.
44. Pool KD, Finitzo T. Evaluation of a computer-automated program for clinical assessment of the auditory brain stem response. *Ear Hear* 1989; 10: 304-310.
45. Kilney PR. New insights on infant ABR hearing screening. *Scand Audiol* 1988; 30 (Suppl): 81-88.
46. Johnson JL, Mauk GW, Takekawa KM, Simon PR, Sia CC, Blackwell PM. Implementing a statewide system of services for infants and toddlers with hearing disabilities. *Semin Hearing* 1993; 14: 105-118.
47. Belgin E, Akdaş F, Böke B, Çağlar A. The children population with sensory-neural hearing loss in Turkey. *Proceedings of the 2nd International Meeting in Audiology for the Mediterranean Countries, Selonika, 1991; 914-919.*
48. Harrison M, Roush J, Wallace J. Trends in age of identification and intervention in infants with hearing loss. *Ear Hear* 2003; 24: 89-95.
49. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı – Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı. *Türkiye Özürlüler Araştırması*. Ankara: DİE Başkanlığı Matbaası; 2002: 25.